

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ

**РОЛЬ МЕЛІОРАЦІЇ ТА ВОДНОГО
ГОСПОДАРСТВА У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ
СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЗЕМЛЕРОБСТВА**

Матеріали

III Міжнародної науково-практичної конференції

молодих учених

6 грудня 2017 року

Київ

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту водних проблем і меліорації НААН (протокол № 9 від 30.11.2017 р.)

У збірнику опубліковано матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених “Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства”, у яких висвітлено досягнення молодих учених у галузі водного господарства, меліорації та сільськогосподарського виробництва.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Ромашенко М.І., д.т.н., професор, академік НААН, директор Інституту.

Шатковський А.П., д.с.-г.н., с.н.с., заст. директора Інституту.

Музика О.П., к.т.н., учений секретар Інституту.

Яцюк М.В., к.геогр.н., в.о. заступника директора Інституту з наукової роботи.

Коваленко П.І., д.т.н., професор, академік НААН, радник дирекції.

Загайчук А.С., к.т.н., ст. наук. співробітник.

Семенко Л.О., к.с.-г.н., ст. наук. співробітник.

Жовтоног О.І., д.с.-г.н., ст. наук. співробітник.

Ковальчук П.І., д.т.н., професор, гол. наук. співробітник.

Ковальчук В.П., д.т.н., ст. наук. співробітник.

Михайлов Ю.О., д.т.н., провідний фахівець.

Погребняк А.П., д.с.-г.н., гол. наук. співробітник.

Попов В.М., д.т.н., гол. наук. співробітник.

Тараріко Ю.О., д.с.-г.н., професор, член-кор. НААН.

Хоружий П.Д., д.т.н., професор, гол. наук. співробітник.

Вишневський В.І., д.геогр.н., гол. наук. співробітник.

Васюта В.В., д.с.-г.н., провідний наук. співробітник.

Чарний Д.В., д.т.н., ст. наук. співробітник.

Матеріали надруковано в авторській редакції. Точка зору редакційної ради та організаційного комітету конференції не завжди збігається з позицією авторів.

ВСТУПНЕ СЛОВО

*«Ми пізнаємо цінність води лише коли колодязь пересихає»
Бенджамін Франклін*

Шановні читачі збірника матеріалів III Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених **«Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства»!**

Галузь зрошення в Україні стоїть на порозі часу безпрецедентних викликів. Після десятків років відсутності інвестицій у зрошення, дренаж та пов'язану з ними гідротехнічну інфраструктуру, необхідність вкладень у відновлення, модернізацію та управління інфраструктурою стає все більш й більш нагальною. Більша частина державної зрошувальної та дренажної інфраструктури була запроектована та побудована у радянські часи, коли сільськогосподарське виробництво на зрошуваних землях підлягало централізованому плануванню, водні ресурси були необмежені, а ціна електроенергії, що використовується на подачу води, не була суттєвою. В результаті докорінних змін, в нинішніх умовах, системи перестали бути належним чином пристосовані до потреб галузі зрошуваного землеробства України. Також внаслідок змін клімату ефективне землеробство в умовах Степу та значної частини Лісостепу стало практично неможливим, і сформувалась реальна загроза прогресуючого опустелювання земель та перетворення цих регіонів в депресивні.

Тому останні три роки співробітники інституту разом з представниками Міністерства аграрної політики, Мінприроди, Держводагенства, сільгоспвиробників, а також експертів Світового банку та ФАО працювали над проектом «Стратегія відновлення та розвитку зрошувальних та дренажних систем в Україні до 2030 року». Головною метою цієї стратегії є створення ефективного та дієвого сектора послуг зі зрошення та дренажу, що управляється за участю водокористувачів і забезпечує сталість землеробства в умовах змін клімату та сприяє вирішенню стратегічного завдання з розвитку сільського господарства України в напрямі досягнення ним статусу комерційно життєздатного світового лідера з виробництва продовольства.

Досягнення цієї мети передбачається шляхом реалізації наступних завдань:

1. Проведення правових та інвестиційних реформ з метою створення сприятливого середовища для утворення та розвитку децентралізованих і життєздатних організацій, що надають послуги зі зрошення і дренажу.
2. Стимулювання інвестицій у відновлення, модернізацію та розвиток існуючої внутрішньогосподарської та міжгосподарської зрошувальної і дренажної інфраструктури через відповідні механізми фінансування з державних та приватних джерел.

3. Реформування та реалізація політики управління сектором іригації та дренажу в інтересах життєздатних організацій водокористувачів та забезпечення їхньої участі в управлінні системами зрошення і дренажу.

4. Відновлення інфраструктури зрошення і дренажу на засадах пріоритетності забезпечення завдань охорони навколишнього середовища.

5. Розвиток потенціалу організацій, що беруть участь у плануванні, наукових дослідженнях, проектуванні, експлуатації та технічному обслуговуванні зрошувальних і дренажних систем.

Завдяки реалізації цієї Стратегії до 2030 року відбудеться збільшення площ зрошення на 1-1,2 млн га, та водорегулювання на майже 1,0 млн га, що дасть можливість додатково виробляти до 10,0 млн т.зерна/рік та іншої продукції на суму понад 100 млрд грн щорічно.

Реалізація такого проекту неможлива без новітніх техніко-технологічних рішень, тому роль молодих науковців в тому числі їх роботи, які представлені в цьому збірнику, будуть важливі для розв'язання завдань Стратегії.

Успіху всім нам на цьому шляху!

З повагою,

М.І. Ромащенко

Директор ІВПіМ НААН

д.т.н., академік НААН

ЗРОШУВАЛЬНІ ТА ОСУШУВАЛЬНІ МЕЛІОРАЦІЇ

УДК 631.675.4:631.674.6:634.11

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ПРИЗНАЧЕННЯ СТРОКІВ ПОЛИВУ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ЯБЛУНІ

Ф.А. Мінза¹, А.П. Шатковський²

¹аспірант відділу зрошення, Інститут водних проблем і меліорації НААН
(головний гідротехнік ТОВ «Енограй», Білозерський р-н, Херсонська обл.)

²доктор с.-г. наук, Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ
minza2014@gmail.com

Протягом 2015-2017 рр. досліджено особливості формування режимів краплинного зрошення, параметри водоспоживання та продуктивність яблуні сорту Ренет Симиренка на підщепі М-9 залежно від методів призначення строків вегетаційних поливів.

Схема однофакторного дослідження складалась із 5 варіантів (фактор А – методи призначення строків поливу):

1. інтернет-станція вологості ґрунту (iMetos® ECO D2, 18 датчиків типу Echo Probe) – еталонний варіант;
2. тензіометричний метод (8 датчиків типу ВВТ-II);
3. розрахунковий метод Penman-Monteith – FAO, метеостанція iMetos 1;
4. візуальний метод – фактично прийнятий виробничий режим зрошення;
5. без зрошення (умовний контроль). На варіантах 3 та 4 – контроль термостатно-ваговим методом, відбирання зразків – двічі за декаду.

За результатами дослідження встановлено, що у варіанті 1 в 2017 р. було проведено 10 вегетаційних поливів загальним обсягом 730 м³/га. У той же час, у варіанті 2 було призначено 9 вегетаційних поливів загальним обсягом 770 м³/га.

У варіанті 3 для розрахунку евапотранспірації *ET_c* за методом «Penman-Monteith» використано комп'ютерну програму CROPWAT 8.0. Таким чином, у цьому варіанті дослідження в 2017 р. було проведено 7 вегетаційних поливів зрошувальною нормою 690 м³/га.

Фактичний режим зрошення в господарстві у 2017 р. складався із 10 поливів загальним обсягом 900 м³/га.

У таблиці 1 наведено порівняння параметрів елементів режимів краплинного зрошення за три роки досліджень.

Таблиця 1 – Кількість вегетаційних поливів та величини зрошувальних норм залежно від методів призначення строків поливів (2015-2017 рр.)

Варіант	Рік	Кількість поливів	Зрошувальна норма, м ³ /га
Автоматична станція вологості ґрунту	2015	7	730
	2016	5	490
	2017	10	730
Тензіометричний метод	2015	7	710
	2016	7	630
	2017	9	770
Розрахунковий метод «Penman-Monteith»	2015	6	620
	2016	10	700
	2017	7	690
Фактичний режим зрошення у господарстві	2015	6	620
	2016	8	560
	2017	10	900

Відповідно до методики опрацьовано результати щодо врожайності яблуні сорту Ренет Симиренка на підщепі М-9 залежно від методів призначення строків поливу (рис. 1).

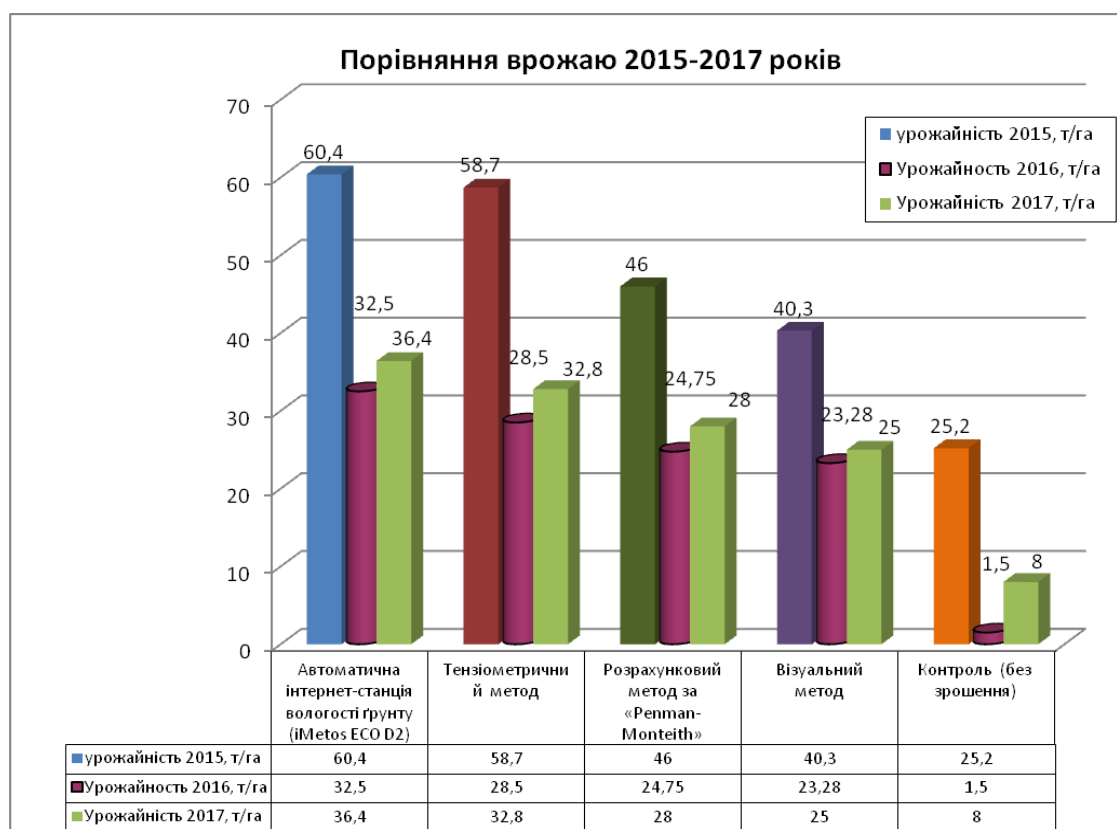


Рисунок 1. - Урожайність яблуні на підщепі М-9 залежно від методів призначення строків поливу за краплинного зрошення

У розрізі років дослідження, найвища урожайність була у 2015 році, а зниження у всіх варіантах практично на 50 % було зафіксовано у 2016 році. У 2017 році врожайність збільшилася порівняно з 2016 (від 7 до 15 % у розрізі варіантів досліду), але все ж була нижчою за 2015 р.

Встановлено, що використання даних автоматичної інтернет-станції вологості ґрунту iMetos ECO D2 для призначення строків поливу забезпечило економію електроенергії та поливної води на фоні максимального рівня врожайності.

Таким чином, експериментально доведено, що кращим варіантом призначення поливу у дослідженнях є використання автоматичної інтернет-станції вологості ґрунту iMetos ECO D2, обладнаної датчиками типу Echo Probe. Також слід підкреслити, що цей варіант призначення строків поливу, є найменш трудомістким, не потребує об'ємних обчислень і збору параметрів кліматичних показників, є оперативним, точним і дистанційним методом (не потребує обов'язкової присутності на зрошуваній ділянці).

УДК 631.674.4

КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОЛИВАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ СИСТЕМИ ПІДҐРУНТОВОГО КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ*

А.С. Білоброва, аспірант
Інститут водних проблем і меліорації НААН, м.Київ,
e-mail: anastasiabilobrova1993@gmail.com

Розроблення і впровадження сучасних систем зрошення, завдяки яким забезпечується економія агресурсів, енергоощадження, зменшується екологічне навантаження на агрофітоценози, стає все більш актуальним завданням зрошуваного землеробства. Ці напрями можуть реалізуватися на основі впровадження систем підґрунтового краплинного зрошення (ПКЗ). В Україні системи ПКЗ тільки розпочинають впроваджувати, але, на жаль, за відсутності власних наукових результатів досліджень. Тому на початковому етапі важливим є узагальнення і використання даних досліджень і практичного досвіду інших країн.

Система підґрунтового краплинного зрошення – це сукупність технологічно та технічно пов'язаних між собою технічних засобів, призначених забирати, очищати, транспортувати та розподіляти поливальну воду на ділянці зрошення за допомогою підземних поливальних трубопроводів з краплинними водовипусками. За ПКЗ

* Робота виконана під керівництвом д.т.н., професора, академіка НААН Ромащенко М.І.

відмічається значна економія води, врожайність і якість продукції підвищується на 20-30 % порівняно з традиційним краплинним зрошенням [1]. Забезпечується висока ефективність систем ПКЗ за рахунок збільшення ККД до 0,95 і більше за результатами досліджень та виробничим досвідом США, Австралії, Індії [2].

Найбільш важливим елементом зрошувальної мережі системи ПКЗ є поливальні трубопроводи, які в основному виробляються в Ізраїлі (Metzerplas, Netafim, NaanDanJain), Італії (AgriPlastic, Toro), Туреччині (Evci Plastik). Поливальні трубопроводи розміщуються в ґрунті на відповідній глибині. При такому способі укладання зменшується фізичне випаровування вологи з поверхні ґрунту і, як наслідок, зменшується норма поливу. Водночас не створюється небезпека підтоплення та заболочування території, тим самим підвищується екологічна безпека зрошення. Підтримання вологості ґрунту та вмісту поживних речовин в оптимальному діапазоні в межах активного шару ґрунту протягом всього періоду вегетації рослин дає змогу більш повно використовувати генетичний потенціал сільськогосподарських культур. Оскільки поверхня ґрунту не зрошується, стримується проростання бур'янів і відповідно зменшується питеме пестицидне навантаження на територію. Поливальні трубопроводи за підґрунтового розміщення менш вразливі до пошкоджень при механічному обробітку ґрунту. На ділянках оснащених системами підґрунтового краплинного зрошення є можливість вирощувати різні сільськогосподарські культури, а витрати праці на обслуговування поливної мережі зменшуються.

В процесі вибору поливальних трубопроводів враховуються їхні технічні характеристики. Товщина стінки трубопроводу не повинна бути менш ніж 0,4 мм (16 mil) для забезпечення надійності мережі. Зазвичай використовуються трубопроводи з товщиною стінки 0,63-1,2 мм (25 – 45 mil), як правило, з краплинними водовипусками компенсаційного типу та з антивакуумним клапаном. Завдяки чому забезпечується вирівнювання їх витрат по всій довжині ряду рослин. Витрата краплинних водовипусків становить 0,4, 1,0, 1,6, 2,2, 3,8 дм³/год.

Для зменшення негативного впливу засмічень поливального трубопроводу 3-4 рази за сезон виконують профілактичні промивання з одночасним введенням нетоксичних для навколишнього середовища гербіцидів ґрунтової дії типу Трефлан, цим запобігають розвитку коренів поблизу водовипусків. За даними ізраїльської компанії Rootguard (Metzerplas) термін експлуатації звичайного багаторічного поливального трубопроводу становить 7-8 років, з автоматичним регулюванням подачі Трефлану – 18 років [8]. За даними вчених Каліфорнійського університету, за умови проведення щорічних профілактичних промивань, зрошувальна система може працювати щонайменше 9 років з коефіцієнтом рівномірності поливу більше 0,95. В західному Техасі в процесі оцінювання ефективності роботи 18-ти приватних систем ПКЗ, які експлуатувалися протягом 8-20 років, визначено, що в 12-ти системах

рівномірність водоподачі зменшилась на 20 %, в 6-ти – менше ніж на 10 % [5].

Глибина розміщення поливальних трубопроводів і відстань між ними залежать від біологічних особливостей культури та агротехнології її вирощування, кліматичних і ґрунтових умов, техніки поливу, особливо витрат краплинних водовипусків тощо [4]. Глибина розміщення поливальних трубопроводів також залежить від наявності ґрунтових шкідників. Вона змінюється від 2-10 см для поливу насіння в ґрунті, розсади і газонів, 30 см для більшості овочевих, ягідних і польових культур, до 30-70 см для багаторічних плодових культур залежно від типу і віку насаджень [3]. Найбільше розповсюджена глибина розміщення поливальних трубопроводів 40-45 см [5].

Результати досліджень протягом 2005-2010 рр. на землях Колбі штату Канзас США довели, що врожайність і якість зерна кукурудзи, сої, соняшнику та сорго практично не залежать від глибини розміщення (від 20 до 60 см) поливальних трубопроводів на суглинкових ґрунтах [6,7].

На ґрунтах з щільним шаром ґрунту за гранулометричним складом нижче глибини розміщення поливальних трубопроводів допускається їх розташування з більшою відстанню між ними. Більші відстані можуть використовуватися в районах з достатньою кількістю продуктивних опадів, оскільки в цих умовах вплив зрошення на формування врожаю сільськогосподарських культур зменшується [9].

Кінці підземних поливальних трубопроводів з'єднуються, як правило, з промивними трубопроводами для зручного промивання поливальної мережі під час технічного обслуговування системи. Глибина їх укладання визначається глибиною промерзання ґрунту в зимовий період. Кінці промивних труб виводяться на поверхню землі.

Відстань між краплинними водовипусками поливальних трубопроводів зазвичай залежить від розташування рослин вздовж ряду та типу ґрунте. Ця відстань, як правило, коливається від 10 до 75 см і більше. Найбільше частіше використовуються трубопроводи з відстанню між краплинними водовипусками від 30 до 60 см [5].

Відомо, що чим більша відстань між водовипусками, тим більші тривалість поливу і зона зволоження ґрунту. Однак, збільшення зони зволоження може привести до зростання витрат води на полив і збільшення інвестиційної вартості системи ПКЗ, втрат води на інфільтрацію. Тому для визначення економічно вигідних і екологічно безпечних відстаней між водовипусками, важливе значення мають процеси перерозподілу вологи в ґрунті, в тому числі відбирання її коренями рослин.

Вчені Північно-західного дослідницького центру Канзаського державного університету (КДУ) на землях Колбі штату Канзас США [2] на основі проведених протягом 2005-2009 рр. досліджень встановили, що урожайність кукурудзи і характер перерозподілу вологи в ґрунті практично не залежать від відстаней (30, 60, 90, 120 см) між краплинними водовипусками поливальних трубопроводів [2].

Місце розміщення поливальних трубопроводів системи підґрунтового зрошення залежить від біологічних особливостей та агротехнології вирощування культури. Для багаторічних плодових садів, розсадників, ягідників, виноградників, хмільників, горіхоплідних культур поливальні трубопроводи, як правило, розміщують вздовж рядів насаджень, для сівозмінних культур: овочевих, баштанних, олійно-білкових, зернових культур тощо, а також багаторічних трав зрошувальну мережу встановлюють за принципом «сітки» – відстань між поливальними трубопроводами дорівнює або більша в два рази за відстань між краплинними водовипусками.

Найбільше використовується зрошувальні системи з відстанню між трубопроводами 150 см і відстанню між водовипусками 75 см, що є достатнім для більшості агрономічних культур на середньо- та важкосуглинкових ґрунтах [5]. Меншу відстань між рядами застосовують для високо рентабельних культур на піщаних і супіщаних ґрунтах на невеликих площах.

На землях західного Канзасу (напівпосушлива зона) були проведені дослідження для визначення оптимальної відстані між поливальними трубопроводами, розміщеними на глибині 40-45 см, при вирощуванні кукурудзи на важкосуглинкових ґрунтах [2, 6, 7]. У Південно-західному науково-дослідному центрі КДУ на землях Гарден-Сіті штату Канзас досліджено 4 відстані між поливальними трубопроводами: 75, 150, 230 та 300 см під посівами кукурудзи з відстанню між рядами 75 см перпендикулярно до поливальних трубопроводів. На землях Колбі штату Канзас досліджено 3 відстані: 150, 230 та 300 см під посівами кукурудзи з відстанню 75 см між рядами паралельно з поливальними трубопроводами. Суттєвої різниці між середньою врожайністю кукурудзи двох дослідів не встановлено, проте орієнтація рядів була різною [7].

Найвищу середню врожайність кукурудзи 28 т/га отримано за відстані 75 см між поливальними трубопроводами в Гарден-Сіті. За розрахунком річного економічного ефекту економічно вигідними були варіанти із застосуванням відстаней 230 і 300 см. За усередненими значеннями врожайності і економічної ефективності відстань між поливальними трубопроводами 150 см була найкращою за відстані 75 см між краплинними водовипусками. Аналогічні результати були отримані в Гарден-Сіті.

Сучасні системи ПКЗ повинні забезпечувати економію поливної води, високий рівень ефективності праці, відповідати вимогам енергозбереження, зменшувати екологічне навантаження на агрофітоценози, за умови правильного проектування, будівництва, експлуатації. Параметри зрошувальної мережі, а саме глибина розміщення поливальних трубопроводів, відстань між ними, відстань між краплинними водовипусками та їх витрата є основними критеріями ефективності системи ПКЗ.

Наведені результати огляду літературних джерел дають підставу сформулювати завдання досліджень з визначення вищенаведених конструктивних параметрів поливальних трубопроводів в різних ґрунтових умовах України для більш ефективного науково-обґрунтованого використання можливостей систем ПКЗ.

Список використаної літератури:

1. Abuarab, M., Mostafa, E., & Ibrahim, M. 2013. Effect of air injection under subsurface drip irrigation on yield and water use efficiency of corn in a sandy clay loam soil. J. Adv. Res., 4(6), 493 - 499. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jare.2012.08.009>.
2. Arbat, G., F. R. Lamm, and A. A. Abou Kheira. 2010. Subsurface drip irrigation emitter spacing effects on soil water redistribution, corn yield and water productivity. Applied Engr. in Agric. 26(3): 391-399. Also available at <http://www.ksre.ksu.edu/sdi/Reports/2010/ESpace10.pdf>
3. Camp, C. R. 1998. Subsurface drip irrigation: A review. Trans. ASAE 41(5):1353-1367.
4. Gardner, W. H. 1979. How water moves in the soil. Crops & Soils 32(2):13-18.
5. Lamm, F.R. and C.R. Camp. 2007. Subsurface drip irrigation. Chapter 13 in Microirrigation for Crop Production - Design, Operation and Management. F.R. Lamm, J.E. Ayars, and F.S. Nakayama (Eds.), Elsevier Publications. pp. 473-551.
6. Lamm, F. R., A. A. Aboukheira, and T. P. Trooien. 2010. Sunflower, soybean, and grain sorghum crop production as affected by dripline depth. Applied Engr. in Agric. 26(5):873-882. Also at <http://www.ksre.ksu.edu/sdi/Reports/2010/DDDepth10.pdf>
7. Lamm, F. R. and T. P. Trooien. 2005. Dripline depth effects on corn production when crop establishment is nonlimiting. Appl. Engr in Agric. 21(5):835-840. Also at <http://www.ksre.ksu.edu/sdi/Reports/2005/DepthSDI.pdf>
8. Metzerplas [Електронний ресурс] / – Режим доступу до ресурсу: <http://metzerplas.ru/>
9. Powell, N. L. and F. S. Wright. 1993. Grain yield of subsurface microirrigated corn as affected by irrigation line spacing. Agron. J. 85:1164-1170.

УДК 556.166:551.577.5:627.516(292.451/454).626.823.54;626.823.02

СИСТЕМИ ПРОТИПАВОДКОВОГО ЗАХИСТУ З МАЛИМИ ГЕС

О.А. Бабіцька,

Інститут водних проблем і меліорації, м. Київ

Helena-babitska@ukr.net

Мала гідроенергетика знайшла значне поширення в світі. Широко використовують енергію води такі країни, як Китай, Австрія, Швейцарія, Швеція, Іспанія та інші [1, 2]. Великий досвід протипаводкового захисту та використання водних ресурсів для гідроенергетики мають Словаччина, Румунія та Польща, які за географічною близькістю та однорідністю умов найбільш характерні для регіону Українських Карпат (рис. 1).



Рисунок 1 – Мережа малих ГЕС та ГАЕС на річках Словацької республіки:
1– мікро ГЕС потужністю до 1МВт; 2 – малі ГЕС потужністю від 1 до 10 МВт; 3 – ГЕС потужністю більше 10 МВт; 4 – ГАЕС

Україна також має великий гідроенергетичний ресурс малих річок, який за різними джерелами коливається від 700 до 4000 тис. кВт [3, 4, 6]. Найбільший потенціал енергії малих річок (близько 76%) зосереджений в Карпатському регіоні [4, 6].

Основними перевагами систем протипаводкового захисту з малими ГЕС є можливість виконувати відразу кілька функцій, а саме: запобігати повеням, генерувати електроенергію, збільшувати потужність в мережі у пікові періоди споживання електроенергії, зменшувати споживання органічних паливних ресурсів.

Значна повторюваність та шкодочинність водних стихій в Україні та потенційні можливості малої гідроенергетики потребують комплексного вирішення проблеми захисту від повеней та підвищення енергозабезпечення сільських територій.

Аналіз тенденцій розвитку в області протипаводкового захисту та малої гідроенергетики засвідчив, що одним із найбільш ефективних заходів з регулювання стоку є влаштування протипаводкових гребель та водосховищ у верхів'ях малих річок. Зменшення терміну окупності протипаводкових систем та ефективне використання водних ресурсів досягається за рахунок будівництва малих ГЕС в комплексі з протипаводковими вузлами та використання протипаводкових водойм для рибництва і рекреації.

В результаті вивчення масштабів і наслідків водних стихій, водоресурсного потенціалу річок України та складання схем річкової мережі обрано найбільш доцільні місця будівництва протипаводкових систем з малими ГЕС на малих річках Карпатського регіону.

Розроблено систему протиаводкового захисту, яка містить гідровузол, постійну та тимчасову водойми, малу ГЕС та ГАЕС, відрегульоване русло і берегоукріплення в межах населеного пункту [5].

Гідровузол представляє собою греблю руслового типу у верхів'ї гірської річки, в результаті чого утворюється штучна водойма з певним рівнем напору води, що забезпечує роботу гідроагрегатів для вироблення електроенергії, та може використовуватись для рибництва і рекреації.

Гідровузол містить водозлив трапецеїдального профілю, глибокі палі, які забезпечують стійкість споруди в руслових алювіальних відкладеннях, сифон з гідротурбіною для виробництва електроенергії та рибопропускні трубопроводи в тілі греблі.

Встановлено оптимальні показники та параметри систем протиаводкового захисту в період межені та паводку: площа водойм – 3-5 та 10-15 га, глибина води – 3-4 м та до 10 м, об'єм водосховища – 100-150 тис. м³ та 1 млн м³ відповідно, питома кількість – 5-7 водойм на 100 км², загальна кількість водойм – 3-4 тис.

Улаштування берегоукріплень в межах населених пунктів забезпечить підвищення пропускної здатності русла на 15-20%, зниження рівня води в руслі в період паводку до 0,5 м та зменшення площі відчуження (затоплення) земель за рахунок вертикальних стінок.

Улаштування малих ГЕС в комплексі протиаводкових систем рекомендується у верхів'ях малих річок, що найбільш вразливі до розвитку водних стихій через найбільшу кількість атмосферних опадів.

Застосування розроблених систем і конструкцій протиаводкового захисту і берегоукріплень дозволить істотно знизити ризики затоплення населених пунктів та підвищити економічну ефективність захисту.

Список літературних джерел:

1. Dams in Romania/ - Bucharest: Romanian national committee on large dams, 2000. - 352p.
2. Асарин А.Е., Радченко В.Г. Строительство малых ГЭС в КНР // Гидротехническое строительство, 2005, №4, С. 44-45.
3. Енергетична стратегія України на період до 2035 року "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність" URL: <http://www.kmu.gov.ua/control/uk/cardnpd?docid=250250456>
4. Мороз А.В. Стан та потенціал малої гідроенергетики України / А.В. Мороз, П.Ф. Васько // Відновлювана енергетика. – 2014. – №3. – С. 81-86.
5. Патент України на корисну модель № 78435 Система протиповеневих водосховищ / М.І. Ромашенко, Д.П. Савчук, О.А. Бабіцька. – Бюл. № 6 від 25.03.2013.
6. Рудько Г.І., Коробейнікова Я. С. Гідроресурси Карпатських рік — як альтернативне джерело енергозабезпечення регіону // Нетрадиційні енергоресурси та екологія України. К., 1996. – С. 46-50.

NON-CLASSICAL MODELS OF MOISTURE TRANSFER: POSSIBILITIES OF USE IN IRRIGATION SCHEDULING*

V.O. Bohaienko

VM Glushkov Institute of cybernetics of NAS of Ukraine, Kyiv,

e-mail: sevab@ukr.net

The use of differential moisture transfer models for decision support in irrigation requires modelling problems statement, determination of irrigation norms and criteria for irrigation scheduling. Since the main purpose of irrigation is to prevent the water stress of plants, criteria for irrigation appointment should model their physiology as accurately as possible. As such modelling is substantially complex, most of the criteria focus on quantities that indirectly assess the "soil-atmosphere-plant" system state, such as soil moisture, evapotranspiration, biomass, and the visual characteristics of plants.

An important indicator used for irrigation scheduling is evapotranspiration that describes the interaction of soil and plants with the air. Evapotranspiration can be measured directly; estimated using field data or remote sensing methods; obtained as a result of moisture transfer modelling. Measured or evaluated, it can be one of the parameters of moisture transfer models that evaluate moisture content in the root layer of soil. Moisture content, in turn, can be used for decision support.

The effectiveness of irrigation scheduling using evapotranspiration and soil moisture is high in the case of direct measurements of these quantities. Measuring the first and the second in the whole root layer is costly. When indirect or incomplete measurements are used, mathematical modelling can increase the quality of recommendations. In this case, both criteria by which the irrigation is scheduled can be regarded as equivalent.

The approach to the automatic irrigation appointment that uses mathematical modelling for assessing soil moisture content is widely studied. The most used models are the models [1, 2] developed from the classical differential model of moisture transfer - the Richards equation. The SWAP model is one of such models, whose use for irrigation appointment is studied, in particular, in [3, 4].

The paper proposes a method for the automatic irrigation appointment, similar to described in [2], whose novelty is the use of non-classical models of moisture transfer. The fact that classical models do not take into account the influence of many physical processes occurring in soils makes urgent the development and experimental verification of non-classical ones.

* Публікація містить результати досліджень, проведених при грантовій підтримці Державного фонду фундаментальних досліджень за конкурсним проектом Ф76

Non-classical models of moisture transfer can be divided into two groups: models that explicitly include a mathematical description of physical processes and models, to which heuristic parameters are added.

Models described in [5, 6] belong to the first group and are based on the relaxational generalization of Darcy's law to take into account osmotic phenomena and the relaxational nature of processes. In order to consider the phenomena of chemical and thermal osmosis, the equation of moisture transfer must be supplemented by the equations of mass transfer, which, in the non-classical case, is derived from the generalizations of Fick's law, and heat transfer. Physical coefficients whose values are necessary for calculations on such models are difficult to determine and have significant variations. However, in the case of their precise determination, their values are preserved within the known ranges of external characteristics changes.

Models of the second group consist of fractional differential equations, which allow accurate modelling of moisture transfer under non-equilibrium conditions in media of fractal structure. Since, according to [7], soils can be considered as such media, the aspects of the use of fractional differential equations for the simulation of moisture transfer are actively studied, particularly in [8-10]. Applicability ranges of such models' heuristic parameters values are also difficult to determine, but their identification for specific territories can be carried out by solving inverse problems without complex measurements.

Taking into account that most studies concerning the parameters of moisture transfer models under the conditions of Ukraine (in particular, [11]) relate to the classical models, the use of non-classical models from the first group for decision support in irrigation is complicated. It makes important studying the efficiency of fractional-differential models from the second group.

One-dimensional differential equation of moisture transfer with fractional derivatives on time and space variables can be written as follows:

$$C(H)D_t^{(\beta)}H = \text{div}(kD_z^{(\alpha)}H) - S, \quad (1)$$

where H is a pressure (m), k is the coefficient of filtration (m/s),

$C(H) = \frac{dW(H)}{dH}$, $W(H)$ is volumetric soil moisture, S is an extraction function that models the interaction of plants' root system with a soil,

$D_x^\alpha f(t) = \frac{1}{\Gamma(n-\gamma)} \int_0^x \frac{f^{(n)}(\tau)}{(x-\tau)^{\alpha+1-n}} d\tau, n = [\alpha]$ is Caputo fractional derivative.

It's worth noting that the equation (1) coincides with the classical equation of moisture transfer when $\alpha = \beta = 1$.

The boundary and initial conditions for the equation (1) are set similarly to the condition defined in [9, 10]. The value of evaporation, estimated from field data or satellite imagery, is used in the condition on the boundary of soil contact with the air. The function S can be taken as dependent on the estimated transpiration value in accordance with formulae given in [12].

We propose to use the reduction of available moisture volumes in the root zone to a given value as the condition of irrigation appointment. The criterion here is a moisture volume in zones where soil moisture potential exceeds moisture potential of the root system. Taking into account the complexity of the determination or estimation of plants' biological indicators, this condition can be replaced by a simplified estimate of the total moisture content in the root zone. Specific threshold values are functions of the stages of plant development. The irrigation rate can be determined, in particular, by the formula of AN Kostyakov. In model (1) the irrigation appointment is formalized as an additional flow of moisture through the soil surface in the corresponding boundary condition.

If it is necessary to consider drip irrigation and plant planting configuration more precisely, model (1) can be expanded to a three-dimensional case.

The solution of the above-described problems can be carried out according to finite-difference schemes similar to given in [9, 10].

The algorithm of proposed models application for decision support in irrigation scheduling can be described as follows:

1. Initial conditions for the moisture transfer model are set based on field measurements of moisture or using expert estimations;
2. Actual evapotranspiration and its evaporation and transpiration components are calculated for the current time step using remote sensing or field data;
3. The discretized problem's solution is obtained on one time step. The algorithm terminates when given end time is reached;
4. The condition of irrigation appointment is checked and the value of moisture flow caused by irrigation is calculated for the next time step. Calculated values can be used as recommendations for irrigation appointment. For further modelling, actual data about applied irrigation must be used;
5. Go to step 2 of the algorithm.

Models verification can be carried out by qualitative comparison of the graphs which represent moisture changes in the root layer. Data obtained from field measurements under the conditions of actual irrigation should be compared with the results of modelling, considering that the recommended irrigation is actually applied.

References

1. Singh R., Singh J. Irrigation planning in wheat (*Triticum aestivum*) under deep water table conditions through simulation modeling // *Agric. Water Manage.*, 1997, 33, pp. 19–29.
2. Shang S., Li X., Mao X., Lei Zh., Simulation of water dynamics and irrigation scheduling for winter wheat and maize in seasonal frost areas // *Agricultural Water Management*, 2004, volume 68, issue 2, pp. 117–133.
3. Rallo G., Carmelo A., Blanda F., Minacapilli M., Provenzano G. Agro-Hydrological models to schedule irrigation of Mediterranean tree crops // *Italian Journal of Agrometeorology*, 2010, 1, pp. 11–21.

4. Zhovtonog O.I., Popovych V.F. Formation of databases and regional parameters for approbation of European agro-hydrological models WOFOST and SWAP (on the example of the steppe zone of the Crimea) (in Ukrainian) // Tavrijs'kyj naukovyj visnyk. - Kherson: Ailant, 2005, issue.41, pp. 73-83.
5. Bomba A.V., Bulavatsky V.M., Skopetsky V.V. Non-linear mathematical model of geohydrodynamic problems (in Ukrainian). – Kyiv: Nukova Dumka. – 2007, 291p.
6. Vlasiuk A.P., Martyniuk P.M. Mathematical modelling of soil consolidation under salt solutes filtration (in Ukrainian). – Rivne: UDUVHP, 2004. – 211 p.
7. Compte A., Metzler R. The generalized Cattaneo equation for the description of anomalous transport processes // J. Phys.A.:Math.Gen., 1997, 30, pp. 7277–7289.
8. Kilbas A.A., Srivastava H.M., Trujillo J.J. Theory and applications of fractional differential equations. –Amsterdam: Elsevier, 2006. –523p.
9. Bulavatsky V.M., Bogaenko V.A. Mathematical Modeling of the Dynamics of Nonequilibrium in Time Convection–Diffusion Processes in Domains with Free Boundaries // Cybernetics and Systems Analysis, 2016, 3, pp. 427-440.
10. Bogaenko V.A., Bulavatsky V.M., Kryvonos Iu.G. On Mathematical modeling of Fractional-Differential Dynamics of Flushing Process for Saline Soils with Parallel Algorithms Usage // Journal of Automation and Information Sciences, 2016, 10, pp. 1-12.
11. Medvediev V.V., Laktionova T.M., Pocheptsova L.H., Lizhubov V.O., Romashchenko M.I., Koriunencko V.M., Kolomiets' S.S. , Riabkov S.V. , Usaty S.V. The main hydrophysical characteristic as an integral assessment of the characteristics of soil moisture content (in Ukrainian) // Visn. Agrar. Nauky, 2004, 4, pp. 21-24.
12. Molz F.J., Remson I. Extraction term models of soil moisture use by transpiring plants // Water Resour. Res., 1970, 6, pp. 1346-1356.

УДК 631, 676 31, 6; 626.8

КОРИГУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МОДЕЛІ РОЗРАХУНКУ СУМАРНОГО ВИПАРОВУВАННЯ ЗА ДАНИМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Я.О. Бутенко

Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ
e-mail: iarynabulba@gmail.com

В сучасний період розвитку науки створення нових сортів, ведення високопродуктивних технологій, зрошуване землеробство потребує змін для більшої ефективності. Однією з основних причин є недосконалість системи управління зрошення. Використання регіональних узагальнених рекомендацій вже не відповідає вимогам сучасного виробництва, оскільки окрім економічної доцільності, потрібно враховувати ситуацію на конкретному полі, де планується проведення поливу з врахуванням потужностей насосних станцій, економічних можливостей господарства тощо. Багатоваріантні рішення потрібно приймати майже щодня, через швидкі зміни ситуації, пов'язані з дією значної кількості непередбачених факторів, а на прийняття рішень відводиться дуже обмежена кількість часу,

що може призвести до помилкових рішень з непередбаченими негативними наслідками. Одним з важливих аспектів підвищення ефективності ведення зрошувального землеробства є удосконалення розрахунків сумарного випаровування. Отже, потрібні нові методи, нові підходи до вирішення проблеми оперативного планування зрошення, створення нової системи управління, яка була б гарантом надійності і ефективності. Цю проблему можна вирішити шляхом поєднання різних методів визначення сумарного випаровування для оперативного планування зрошення.

Наші дослідження проводились протягом 2012-2017 рр. в Херсонській області на виробничих полях Державного підприємства «Дослідне господарство «Асканійське» Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції ІЗЗ НААН України», приватного акціонерного товариства «Фрідом Фарм Інтернешнл» та в Запорізькій області на полях товариства з обмеженою відповідальністю «Фрідом Фарм Терра».

Методика експериментальних досліджень включала проведення наземних спостережень за динамікою показників росту та розвитку рослин, накопиченням біомаси сільськогосподарських культур та фазами їх розвитку, вологістю ґрунту, обсягами фактичних поливів та рівнями врожаю. Дані дистанційного зондування Землі одержували з системи космічного агромоніторингу «Fieldlook» в рамках співпраці з голландською компанією «Difco International» та «eLEAF». Дана система використовує модель SEBAL для розрахунку евапотранспірації з супутникових знімків та даних про погоду, використовуючи енергетичний баланс підстилаючої поверхні. Також використовували загальноприйняті методики розрахунку вегетаційних індексів за даними безкоштовних космічних знімків в програмному комплексі «ENVI 5.4». Результати наземних спостережень порівнювались з даними, одержаних за допомогою дистанційних методів зондування поверхні Землі.

При розрахунках норм та строків поливів сільськогосподарських культур у господарствах за інформаційною системою оперативного планування зрошення «ГІС Полив» основною вимогою було забезпечення оптимального зволоження кореневого шару ґрунту на всіх полях протягом всього поливного сезону. При цьому враховувались основні фактори, що визначають процес витрат вологи на полях: біологічна потреба сільськогосподарських культур, поточні та прогнозовані погодні умови, площа зрошуваних полів, водно-фізичні характеристики ґрунтів, тривалість роботи дощувальної техніки та ліміти водоподачі з джерела водопостачання.

Результати наших досліджень свідчать про те, що моделювання сумарного випаровування за ІС «ГІС Полив» забезпечує дотримання вологості ґрунту у межах оптимального діапазону зволоження протягом всього періоду вегетації (між найменшою вологоємністю і критичною вологістю).

Проаналізувавши отримані нами експериментальні дані, можемо зробити висновок, що в умовах, коли розвиток біомаси не обмежується водним та поживним режимами змодельована та виміряна вологість ґрунту має тісний зв'язок, що підтверджує коефіцієнт кореляції, який становить 0,92.

Дана тенденція спостерігається у більшості випадків. Проте встановлені періоди, коли точність моделювання відхиляється від 10 % та виникає необхідність коригування моделі за допомогою термостатно-вагового методу. Це пов'язано зі змінами у розвитку біомаси с.-г. культур в наслідок наступних факторів:

- В умовах атмосферної посухи, коли уповільнюється інтенсивність транспірації та пригнічується стан рослин;
- При вирощуванні нових високопродуктивних сортів та гібридів;
- При порушенні технологічних операцій, природних катаклізмів тощо.

Тому в періоди, коли приріст біомаси значно відхиляється від нормального ходу розвитку, потрібне коригування параметрів моделі, а саме біокліматичних коефіцієнтів с.-г. культур.

У результаті наших досліджень, розроблений алгоритм коригування параметрів модельного комплексу «ГІС Полив» з використанням даних ДЗЗ та контрольних вимірювань вологості ґрунту:

1. При наявності щотижневих даних космічного моніторингу «Fieldlook», розрахунок строків і норм поливів пропонується проводити з використанням сумарного випаровування, що розраховано для кожного поля за алгоритмом SEBAL.
2. За неповної інформації даних космічного моніторингу «Fieldlook», розрахунок біокліматичних коефіцієнтів відбувається за середніми даними по сортам чи для кожного поля індивідуально.
3. За даними обробки безкоштовних космічних знімків, з використанням вегетаційних індексів (SAVI/SR та NDVI) визначається біокліматичний коефіцієнт. Фактичний біокліматичний коефіцієнт вводиться в ІС для кожного поля чи середній для сорту.
4. За якісною оцінкою стану розвитку культур на полях господарства. На полях з незадовільним станом посівів проводиться відбір вологості ґрунту за термостатно-ваговим методом в чотирьох кратній повторності в шарі 0-100 см через кожні 10 см. Одержані дані вносяться до ІС «ГІС Полив», де наступні розрахунку строків і норм поливів відбуваються від даної вологості.

Розроблений алгоритм коригування розрахунку динаміки вологості ґрунту та строків і норм поливів на основі даних ДЗЗ дозволяє підвищити точність розрахунків, що забезпечує більш ефективне ведення зрошення та зменшити витрати на водні та енергетичні ресурси до 20% та не допускати зниженню врожаю через недополив.

УДК 631.67:631.152.2:631.152.3

ФОРМУВАННЯ СЦЕНАРІЇВ ОРГАНІЗАЦІЇ ВОДОЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ НА СІЛЬСЬКИХ ТЕРИТОРІЯХ*

К.І Чорна

Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ
e-mail: St.Katrine90@gmail.com

Сценарії організації водоземлекористування на територіях – альтернативні варіанти розміщення та використання зрошуваних земель на територіях. Сценарії можуть бути представлені у складі програм соціально-економічного розвитку сільських територіальних громад та у складі проектів інтегрованого планування та/або консолідації водних і земельних ресурсів на сільських територіях чи інвестиційних проектів реконструкції зрошувальних систем. Розроблюються якісні і кількісні сценарії.

Якісні (концептуальні) сценарії показують альтернативні бачення щодо майбутнього стану водних та земельних ресурсів, а також розглядають фактори, що впливають на процес водоземлекористування, визначають можливі зміни. Кількісні сценарії доповнюють якісні сценарії цифровою інформацією за допомогою використання сучасних моделей, що відображатимуть тренди та динаміку процесів водокористування.

Необхідною складовою даного процесу є налагодження та проведення діалогу із зацікавленими сторонами протягом всього періоду виконання проектів інтегрованої консолідації земельних та водних ресурсів. Загальне бачення фермерських господарств, одноосібних землевласників, органів місцевого самоврядування, відносно подальшої експлуатації господарської мережі, надасть можливість розробити сценарії відновлення зрошення для найбільш розповсюджених типових умов на території і обрати найбільш оптимальний сценарій, враховуючи екологічні та економічні аспекти. Параметри обирають зацікавлені сторони. Це свого роду опитування, на якому зацікавлені сторони обирають умови, які їх влаштовують.

При формуванні сценаріїв організації водоземлекористування необхідно враховувати наступні якісні характеристики:

- 1) мінливості еколого-меліоративних, ґрунтових умов;
- 2) застосування різних варіантів способів і техніки поливу;

* Роботу виконано під науковим керівництвом – д.с.-г.н. Жовтоног О.І.

3) наявний технічний стан міжгосподарської зрошувальної інфраструктури.

4) впровадження науково обґрунтованих сівозмін з екологічної точки зору;

5) наявність консолідованих земельних масивів, які знаходяться у довготривалій оренді;

6) витрати на експлуатацію внутрігосподарської мережі, техніки поливу та вирощування сільськогосподарської продукції;

7) витрати на застосування новітніх інформаційних розробок задля високоефективного управління водними та земельними ресурсами.

Розробка ймовірних сценаріїв базується на основі імітаційного моделювання водопотреби у зрошенні та оцінки потенційної продуктивності сільськогосподарських угідь. При цьому використовується імітаційна модель росту сільськогосподарських рослин WOFOST та ІС «Водопотреба». Важливо мати декілька варіантів сценаріїв, щоб обрати найбільш ефективний. Для визначення ефективності розробленого сценарію, необхідно провести аналіз з урахуванням прибутків і витрат за допомогою ІС «ПТЕО».

Найбільш перспективний, економічно вигідний та екологічно безпечний варіант обирається в якості пріоритетного і подається на розгляд інвесторам для здійснення проектів сталого водоземлекористування.

UDC 631.4

IMPACT OF SUSTAINABLE AGRICULTURAL MANAGEMENT PRACTICES ON SOIL QUALITY AND CROP PRODUCTIVITY

Nataliia Didenko¹ and Rafiq Islam²

¹Senior Research Scientist, Institute of Water Problems and Land Reclamation,
Kyiv, Ukraine

e-mail: 9449308nd@gmail.com

²Director, Soil, Water and Bioenergy Resources, Ohio State University South
Centers, OH, USA

e-mail: islam.27@osu.edu

Sustainable food supply for an increasing global population is placing unprecedented pressure on the agricultural industry to meet demand. However, current production agriculture, while producing greater amounts of food, feed, and fiber, has a negative impact on soil productivity and agro-ecosystem services. A greater reliance on frequent plowing, excessive chemical fertilization, insufficient or excessive irrigation, pesticides and harvesting/burning of crop residues has led to soil quality degradation worldwide, especially in Ukraine. These problems result in poor crop yields accompanied by increased soil erosion,

drought, flooding and increased pest and disease pressures for farmers. Moreover, these changes are related to land privatization, commercial or industrial farming, general economic developments, and to the climate change effects.

The conventional agricultural practices routinely used by farmers as well as large industrial farming companies without considering any environmental sustainability are observed all over Ukraine. In the southern region of Ukraine, where irrigation is a key factor for agriculture sustainability, the conventional practice and/or technologies used by large agro-holdings and middle-sized farms impacted widespread deterioration in soil-water-plant-air relationships. Such farming practices, having bumper yield crops with high profit margins often neglected sustainability concept of soil and water management.

Because of increasing rise of temperatures associated with prolonged droughts, excessive and frequent irrigation leading to continuous soil dispersion and deterioration of soil structures followed by sealing of pore spaces, compaction and secondary soil salinization and alkalization. Such impacts affected soil water permeability and infiltration due to compaction and reduce water availability to the crop roots. In consequence, accelerated surface run-off associated with greater water and nutrient loss, and subsequently, affected quality of surface water systems. In response to these problems, the deep soil treatment (sub-soiling) exerted every 3 to 5 years, did not consistently improve or restore soil structures to allow water and movement within the soil systems to support crop production. By 2050, agricultural production has to be doubled, which will tend to make cropland increasingly dependent on chemicals, water, and energy (Islam et al. 2014). Such intensification of farming will have long-term consequences on soil health and is expected to be detrimental on agricultural productivity.

During the past decades, a great deal of research and technology development to manage and increase productivity of soils affected by conventional farming practices has been developed, based on soils-based novel and holistic strategies (Islam et al. 2013, Islam et al. 2015). When combined with other technologies, soils-based strategies can often remediate degraded soils and improve overall crop production, and increase agricultural resiliency. What is much needed at the present time is the development of new integrated soil-crop management practices that restores the soil resource base and improves the economic return for smallholder family farmers in both Ukraine and the US in response to expected climate change scenarios.

Converting from conventional tillage (CT) to continuous no-till (NT) is a good strategy to reduce farming costs and improve soil functional capacity for enhanced agroecosystem services (Crovetto, 2006; Luo et al., 2010). With NT, crop residues accumulate on the surface, reducing air, water, and energy exchange between the soil surface and the atmosphere (Lobell et al., 2006). These reductions decrease soil temperature and evaporation, retain soil moisture longer, deduce decomposition of crop residues, and thereby act residue mulch on soil surface (Lobell et al., 2006; Franzluebbers et al., 2002, Hendrix et al.,

1986; Halpern et al., 2010). Potential benefits include: increased fungal dominance in soil food webs; greater accumulation of soil organic matter (SOM) and associated nutrients; reduced greenhouse gas (GHG) emissions, increased aggregate formation and stability; improved soil hydrology; and enhanced soil quality to support economic crop production (Beare et al., 1992, Islam and Weil, 2000; Bailey et al., 2002, Crovetto, 2006; Six et al., 2002 and 2006; Carmen et al., 2010, Van Groenigen et al. 2010). (Fig. 1).



Figure 1 – Field under conventional tillage (left) and no-till (right)

Despite NT's importance in soil ecosystems functioning, the impact of NT on crop yields is still debated. Currently, the major barriers to transitional NT are greater N and P immobilization, transient soil compaction, weed pressure, and stratification of SOM and nutrients. Long-term research reveals that 7-9 years of continuous no-till produces higher yields than conventional tilled fields because it takes 7 to 9 years to improve soil quality by getting the microbes and soil fauna back into balance, and start to restore the nutrients and SOM lost by tillage.

Use of “cover crops” in rotation with agronomic crops have the ability to “jump-start” NT, often eliminating any yield decrease. Cover crops can be an important part of a continuous NT system designed to maintain short-term yields and eventually increase crop yields in the long run. It will be better to use different types of cover crops in one time, for example, clover, hemp, peas, rape, wheat, barley, vetch, sunflower and radish (Fig. 2). Cover crops of the legume family especially fix atmospheric nitrogen and recycle nitrogen in the soil, accumulate soil organic matter, and improve soil structure and water infiltration to improve no-till crop yields. Long-term cover crops can boost yields while

improving soil quality and providing environmental and economic benefits (Hoorman et al. 2009). However, long-term effects of continuous NT and living cover crops need to be studied for increasing our understanding on soil-water management for enhanced agro-ecosystem services in the expected climate change environment.



Figure 2 – Mix of cover crops on the field

Recently, salicylic acid (SA, for example aspirin), a secondary phenolic compound, is getting increasing attention as a plant stress alleviator against abiotic stressors (such as drought and salinity) under expected climate change effects (Liu et al., 2008; Hayat et al., 2010; Spoel & Dong, 2012; Hayat et al., 2013; Islam et al., 2013; Gao et al., 2014; Horton et al., 2014; Khan et al., 2015). It plays an important role in regulating plant stomatal closure and transpiration processes, nutrient- and water-uptake, protein synthesis, and inhibition of ethylene biosynthesis (Hayat et al., 2013; Jayakannan et al., 2015). SA application activates the antioxidant system and proline biosynthesis. While most of the literatures on plant growth and development improvement induced by SA are focused to their individual application under normal conditions, a limited number of studies have, so far, been conducted to evaluate the drought and salinity stress alleviation effects of SA on agronomic crops.

Therefore, a long-term research on the integrated approach of “continuous NT with cover crops in rotation with SA application that improves plant growth

and soil protection is important for sustainable irrigated agriculture in Ukraine. Moreover, it is very important to show case the process of irrigated agricultural restoration and to attract private and government investments in sustainable management of soil and water resources in Ukraine. A greater reform and modernization of the irrigated agriculture is now under discussion and a new statewide strategy is going to be approved very soon. The World bank supports this process in cooperation with the main research institutes that work for the irrigation sector. Agricultural sustainability, environmental compatibility, and resource efficiency are expected to play an important role during implementation of this agricultural strategy in Ukraine.

УДК 631.62:631.432:633.2

**НАТУРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДОСПОЖИВАННЯ
КОРМОВИХ КУЛЬТУР (ПАЙЗИ, АМАРАНТУ ТА КОРМОВИХ
БОБІВ) НА ОСУШУВАНИХ ТОРФОВИХ ҐРУНТАХ
ПОЛІССЯ УКРАЇНИ**

(На прикладі пілотного об'єкту – осушувально-зволожувальної системи
Сарненської дослідної станції ІВПіМ НААН)

С.М. Кіка

Інститут водних проблем і меліорації, м. Київ,
e-mail: svetlana110390@yandex.ua

Для забезпечення сталого розвитку кормової бази та інтенсифікації кормовиробництва необхідним є впровадження у сільськогосподарське виробництво високопродуктивних кормових культур, зокрема пайзи, амаранту, кормових бобів. Зазначені культури формують високі врожаї зеленої маси і насіння навіть в екстремальних посушливих умовах.

Одержання високих і сталих врожаїв кормових культур тісно пов'язане з обсягами водоспоживання на одиницю продукції. Недостатня вологозабезпеченість кормових культур у період вегетації значно знижує інтенсивність їх росту і негативно впливає на їх потенційні можливості та кормову продуктивність, тому дослідження закономірностей процесів водоспоживання слугуватиме основою для обґрунтування оптимальних параметрів водного режиму при вирощуванні пайзи, амаранту та кормових бобів і оперативного планування осушувально-зволожувальних заходів.

На сьогодні на пілотному об'єкті – осушуваних землях Сарненської дослідної станції Інституту водних проблем і меліорації НААН проводиться комплекс досліджень процесів водоспоживання зазначених культур для визначення оптимальних меж вологості та норм водопотреби за фазами вегетації.

Згідно з даними досліджень, кормові боби, амарант та пайза найбільш інтенсивно споживають вологу (55,8; 64,9 та 61,7 % відповідно

всього водоспоживання за вегетацію) в фазі утворення суцвіть – цвітіння – початок дозрівання зерна (табл. 1, рис. 1).

Пайза в фазу від посіву до повних сходів (ІІ декада травня – ІІ декада червня) використовувала вологи відносно мало (15,7 % відповідно всього водоспоживання за вегетацію), становило в середньому 29,4 мм/декаду. Максимальні витрати вологи (55,8 % відповідно всього водоспоживання за вегетацію) було зафіксовано в фазі виходу в трубку (ІІІ декада червня), викидання волоті, цвітіння (протягом липня місяця) і становили в середньому 52,2 мм/декаду. З настанням фази дозрівання зерна (протягом серпня) і до збору врожаю спостерігається зменшення водоспоживання (28,5 % відповідно всього водоспоживання за вегетацію) і становило в середньому до 26,7 мм/декаду (табл. 1, рис. 1). Сумарне водоспоживання для пайзи склало 374,2 мм.

Таблиця 1 – Водоспоживання малопоширених кормових культур в умовах вегетаційного періоду 2017 р. (осушені торфові ґрунти, Сарненська дослідна станція)

Місяць	Декада	Фаза розвитку	Культура					
			Пайза		Амарант		Кормові боби	
			мм	%	мм	%	мм	%
травень	ІІ	Посів, повні сходи, вихід в трубку, стеблування	-	15,7	-	14,6	-	25,3
	ІІІ		-		-		-	
червень	І		25,5		15,5		30,3	
	ІІ	Викидання волоті, цвітіння, утворення насіння	33,3	55,8	23,3	64,9	38,1	61,7
	ІІІ		46,4		38,0		41,8	
липень	І		59,6		42,9		35,0	
	ІІ	Дозрівання насіння, в'янен- ня листків, збір врожаю	65,5	28,5	48,0	20,5	28,2	13,0
	ІІІ		37,0		44,1		62,0	
серпень	І		37,1		25,3		20,7	
	ІІ		32,1		14,3		11,5	
	ІІІ		22,4		15		3,0	
вересень	І		15,2		-		-	
Всього за вегетаційний період			374,2	100	266,4	100	270,6	100

Аналіз водоспоживання амаранту впродовж вегетаційного періоду 2017 року показав, що обсяги витрат вологи в період від посіву до повних сходів, стеблування (ІІІ декада травня – ІІ декада червня) були невеликі (14,6 % відповідно всього водоспоживання за вегетацію) і становили в середньому 19,4 мм/декаду. Найбільші показники водоспоживання (64,9 % відповідно всього водоспоживання за вегетацію) відмічено в фазі викидання волоті, цвітіння (ІІІ декада червня, протягом липня) і становило в середньому 43,2 мм/декаду. З початком фази досягання насіння (протягом серпня) спостерігається скорочення витрат вологи (20,5 % відповідно всього водоспоживання за вегетацію) в середньому до 18,2 мм/декаду (табл.1, рис.1). Сумарне водоспоживання амаранту за вегетаційний період склало 266,4 мм.

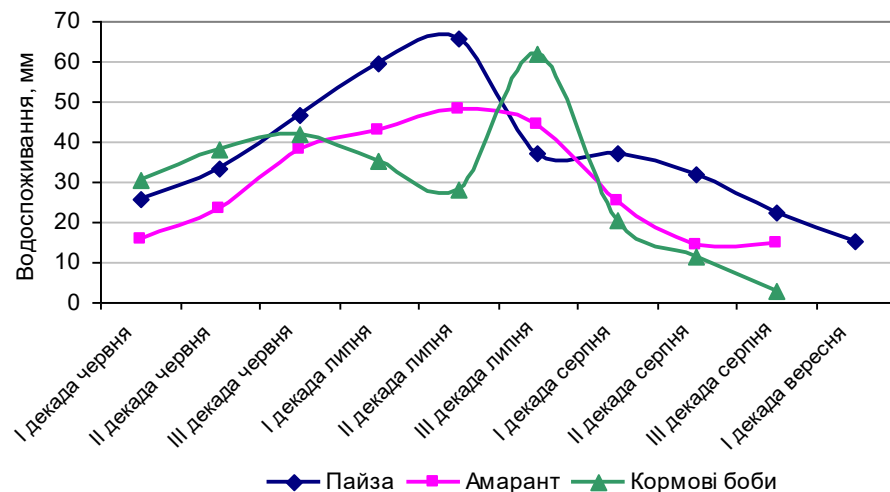


Рисунок 1 -. Динаміка водоспоживання малопоширених кормових культур в умовах вегетаційного періоду 2017 року на торфових ґрунтах осушувально-зволожувальної системи Сарненської дослідної станції

Водоспоживання кормових бобів в період від посіву до повних сходів, кущення (III декада травня – II декада червня) становило в середньому 34,2 мм/декаду і склало 25,3 % суми за вегетацію. Максимальні витрати вологи (61,7 % відповідно всього водоспоживання за вегетацію) було відмічено в фазу цвітіння, формування бобів (III декада червня, протягом липня) і становило в середньому 41,7 мм/декаду. З початком дозрівання зерна, старіння (протягом серпня) обсяги водоспоживання поступово зменшилися (13,0 % відповідно всього водоспоживання за вегетацію) в середньому до 11,7 мм/декаду (табл. 1, рис. 1). Сумарне водоспоживання кормових бобів за вегетаційний період склало 270,6 мм.

Урожайність кормових бобів, амаранту та пайзи на осушуваних торфових ґрунтах нестійка за роками досліджень, що зумовлено перш за все несприятливими кліматичними умовами (пізні весняні заморозки, висока температура повітря, недостатня кількість атмосферних опадів) і, як наслідок, недостатнім забезпеченням рослин вологою в окремі періоди вегетації, оскільки регулювальна мережа не завжди спроможна забезпечити необхідні об'єми водоподачі.

За результатами досліджень Сарненської дослідної станції встановлено, що на осушуваних торфових ґрунтах в нормальних умовах урожайність кормових бобів сягає 46,6 т/га вегетативної маси та 4,3 т/га насіння; амаранту – 53,0 т/га вегетативної маси та 2,8 т/га насіння; пайзи – 70,0 т/га вегетативної маси та 3,48 т/га насіння.

В цілому, в умовах 2017 року по досліджуваних кормових культурах одержано досить високі показники урожайності вегетативної маси. Зокрема, на фоні внесення мінеральних добрив в нормі $N_{45}P_{60}K_{120}$ було отримано урожайність вегетативної маси кормових бобів 43,4 т/га, амаранту – 48,5 та пайзи – 61,9 т/га, що становить 93,1; 91,5 та 88,4 % відповідно від показників урожайності, отриманих в нормальних умовах.

Це дає змогу стверджувати про їх високу адаптаційну здатність до специфічних ґрунтово-кліматичних умов осушуваних торфовищ.

Таким чином, в умовах вегетаційного періоду 2017 року водоспоживання пайзи, амаранту та кормових бобів становило 374,2; 266,4 та 270,6 мм відповідно. Максимальні витрати вологи цих культур (55,8; 64,9 та 61,7 % відповідно всього водоспоживання за вегетацію) відмічено з III декади червня, протягом липня, тобто в фазі утворення суцвіть – цвітіння – початок дозрівання зерна, і становили в середньому 52,2; 43,2 та 41,7 мм/декаду відповідно.

УДК 556.53:504.064.36; 631.74.3

ЗАХИСТ СЛАБОДРЕНОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ ВІД ЗАТОПЛЕННЯ ТА ПІДТОПЛЕННЯ В ЗОНІ ЗРОШУВАНОВОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

І.В. Котикович

Інститут водних проблем і меліорації, м. Київ,
e-mail: igor.kotykovych@gmail.com

В зоні зрошуваного землеробства створення ефективних і надійних систем захисту сільськогосподарських угідь і населених пунктів від затоплення та підтоплення вимагає врахування багатьох природних і водогосподарських чинників, до яких відносяться кількість атмосферних опадів, рельєф території, геологічна будова, протяжність річкової мережі, стічність поверхневих та ґрунтових вод, площі зрошення, поливні норми, фільтрація з каналів, стан та режим роботи дренажних систем тощо.

Для комплексного вирішення задач щодо підвищення ефективності роботи систем захисту на зрошуваних масивах Каланчацького району Херсонської області застосовано басейновий підхід на прикладі басейнів р. Каланчак та поду Інгіз (Рис. 1) [1, 2]. Вперше систематизовано і описано характеристики басейнів, природних і водогосподарських умов, систем зрошувальних каналів, зрошення і дренажу та їх конструкцій.

Встановлено, що в басейні р. Каланчак відбулося значне насичення територій зрошувальними системами, площа яких досягла 28 % від загальної його площі. Унаслідок багаторічного зрошення спостерігається позитивний тренд рівнів ґрунтових вод та зростання напірності підземних вод. Близько 2,5% площі басейну зазнають постійного підтоплення. У надмірно вологі періоди спостерігається епізодичне затоплення, частота якого становить 11 разів на 20 років. Надзвичайні підтоплення відбулись у 1973, 1998, 2003, 2005, 2010 рр.

На основі опрацювання наявних натурних багаторічних досліджень та досвіду експлуатації встановлено недостатню ефективність роботи вертикального дренажу на слабодренованих територіях. В селищі Каланчак в умовах багатошарової товщі ґрунтів слабопроникливих ґрунтів

потужністю 15-19 м і пісків середньо-верхнього пліоцену – 25-30 м вертикальний дренаж виконував свої функції задовільно. При постійному відкачуванні на протязі року дренаж забезпечував захист від підтоплення території, розташованої на схилах долини річки. Підтопленими залишились заплава та прилеглі до неї нижні частини схилів на смузі 200-300 м по обидві сторони русла річки, а також днища балок, які впадають в річку. Ефективність роботи дренажу в межах заплави знижувалась за рахунок бокового притоку ґрунтових вод з р. Каланчак. На території поду Інгіз в умовах озерно-алювіальних відкладень захист сільськогосподарських угідь та сільських населених пунктів від підтоплення на фоні вертикального дренажу з досягненням критичних глибин залягання ґрунтових вод вимагає тривалого водопониження та водовідведення. Стабільна багаторічна робота водопонижуючих свердловин забезпечувала зниження рівня підземних вод як у безнапірному так і у напірному водоносних горизонтах з інтенсивністю близько 0,45 см/добу.

Низька інтенсивність зниження рівня ґрунтових вод, технічна та експлуатаційна складність, висока енергоємність систем вертикального дренажу зумовлюють необхідність їхньої докорінної модернізації.

Для підвищення надійності захисту слабодренованих територій від затоплення та підтоплення розроблено комплекс інженерних споруд та заходів [3].

Для басейну річки Каланчак комплекс захисту територій від затоплення та підтоплення включає:

- 1) розчищення та поглиблення русла р. Каланчак для зниження рівня води у річці, підвищення дренованості території;
- 2) необхідність дооснащення території системами горизонтального дренажу підземних вод та водовідведення поверхневих вод;
- 3) відновлення роботи існуючих дренажних систем у проектному режимі;
- 4) будівництво відсічного дренажу-колектора для перехоплення ґрунтового потоку та поверхневих вод з боку Північно-Кримського каналу;
- 5) організація поверхневого стоку;
- 6) ремонт, модернізація та розвиток водопровідної мережі;
- 7) регулювання поверхневого стоку річки;
- 8) застосування сучасної водоощадливої техніки поливу та технології зрошення;
- 9) раціональне використання зрошуваних земель;
- 10) зменшення фільтрації води зі зрошувальних каналів.

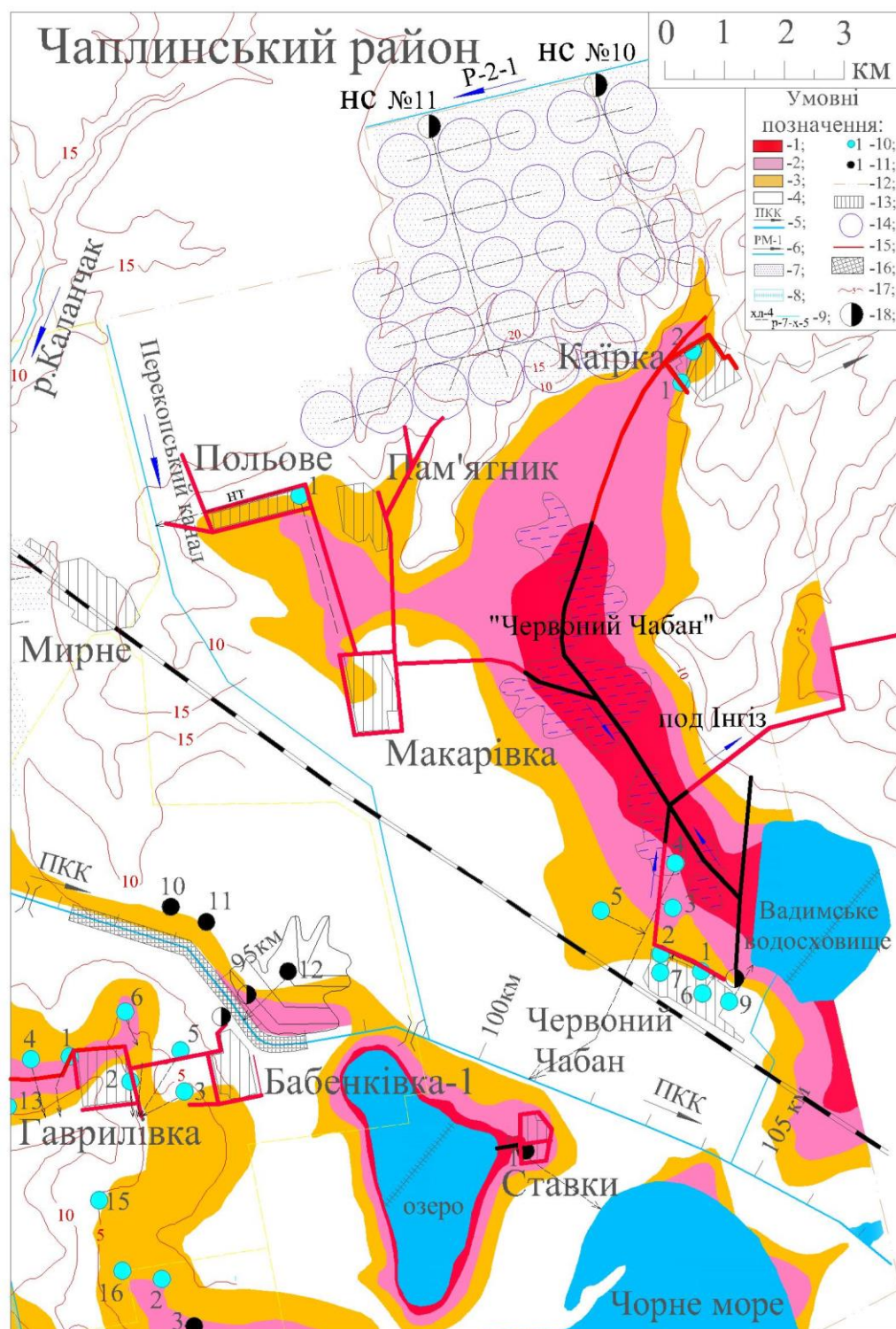


Рисунок 1. – Система захисту від затоплення та підтоплення на території поду Інгіз

Каланчацького району Херсонської області:

1-4 – глибина залягання рівня ґрунтових вод: менше 1м, 1-2 м, 2-3 м, більше 3 м відповідно; 5 – Північно-Кримський канал (ПКК); 6 – розподільчий зрошувальний канал; 7 – зрошувані землі; 8 – рисові системи; 9 – трубопроводи і канали; 10-11 – свердловина вертикального дренажу працююча і непрацююча; 12 – границя району; 13 – сільські населені пункти; 14 – ДМ “Фрегат”; 15 – самопливний колектор; 16 – бетонне облицювання; 17 – горизонталі місцевості; 18 – дренажна насосна станція

Для басейну поду Інгіз комплекс захисту територій від затоплення та підтоплення включає:

1) влаштування системи відкритих колекторів для відведення поверхневого стоку і захисту від затоплення сільських населених пунктів Каїрка, Пам'ятник, Польове, Макарівка, Червоний Чабан, розташованих в підніжжі схилів поду;

2) влаштування дренажно-скидного каналу в напрямі озера Сиваш;

3) забезпечення роботи вертикального дренажу в проектному режимі.

Захист сільськогосподарських угідь та населених пунктів в умовах розвитку зрошення має передбачати розроблення та реалізацію комплексу заходів у вигляді плану управління ризиками в межах басейну.

Список літератури

1. Котикович І.В. Особливості басейну річки Каланчак в умовах розвитку зрошувального землеробства / І.В. Котикович // Міжвідомчий тематичний науковий збірник: Меліорація і водне господарство; Інститут водних проблем і меліорації НААН. – К., 2014. – Вип. 101. – С. 77-88.

2. Річка Каланчак і шляхи її екологічного оздоровлення / М.І. Ромащенко, Д.П. Савчук, А.М. Шевченко, О.А. Бабіцька, Ю.Ю. Даниленко, Р.П. Боженко, І.В. Котикович, М.П. Рябцев, В.В. Шевчук – К., 2016. – 92 с.

3. “Комплекс інженерних споруд для захисту від затоплення та підтоплення території населеного пункту”. Патент України на корисну модель № 85284, МПК E02B 11/00. / [Д.П. Савчук, І.В. Котикович, Ю.А. Вітковський]. – № U 2013 07667; Виданий 17.06.2013; до друку 11.11.2013, Бюл. № 21.

УДК 631.674.6:626.8

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ПОЛИВНИХ ТРУБОПРОВОДІВ СИСТЕМ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

Р.А. Купсдінова

Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ

e-mail: Kupedinova_Ru@mail.ru

В Україні краплинним зрошенням охоплено понад 65 тис. га сільгоспугідь, а згідно з «Концепцією відновлення та розвитку зрошення» експерти прогнозують їх збільшення до 150-200 тис. га. При цьому для просапних культур (овочевих, баштанних) та ягідних використовують поливні трубопроводи з товщиною стінки 4-6 mils, номінальний термін експлуатації яких становить 1-2 роки. Тому зі збільшенням площ під краплинним зрошенням виникає і проблема утилізації поливних трубопроводів.

Водночас усі матеріали, з яких виготовляють поливні трубопроводи – неорганічні пластмаси. Тривалість їх розпаду до 200 років, а, отже,

незібрані поливні трубопроводи десятками років будуть залишатися в ґрунті на полі у первісному стані, частково подрібнюватися робочими органами сільськогосподарських машин та забруднювати навколишнє середовище.

Проблема утилізації тонкостінних поливних трубопроводів існує також і в деяких інших країнах світу. Тому для подальшого дотримання тенденції зростання площ з системами краплинного зрошення в Україні, а також в деяких інших країнах необхідно вирішувати питання утилізації використаних поливних трубопроводів.

Встановлено, що в Україні існують різні технічні засоби для подрібнення, миття та сушіння пластикових виробів, які здатні забезпечити на відповідних етапах технології повністю механізоване перероблення поливних трубопроводів.

Технологічна схема переробки поливних трубопроводів систем краплинного зрошення для подальшого використання їх, як вторинної сировини складається з наступних операцій:

- 1) збирання використаних поливних трубопроводів;
- 2) подрібнення поливних трубопроводів;
- 3) промивання подрібнених поливних трубопроводів;
- 4) висушування подрібнених поливних трубопроводів.

Збирання проводять пристроями для збирання поливних трубопроводів із роздільною або однопрохідною технологією. Технічні засоби для збирання відпрацьованих поливних трубопроводів та технологія їхньої підготовки до збирання з мінімізацією витрат на миття й очищення від різного виду забруднень малопоширені в практиці. Враховуючи те, що в процесі експлуатації поливні трубопроводи та краплинні водовипуски забруднюються, перед збиранням необхідно провести їх додаткове промивання підвищеними нормами хімічних реагентів з досягненням рН 2. Після промивання поливних трубопроводів розчином хімічних реагентів їх знову промивають чистою водою.

Для подальшого удосконалення елементів технології переробки визначено найбільш перспективні технічні пристрої, які можуть бути використані в технології збирання поливних трубопроводів. З метою підвищення ефективності збирання поливних трубопроводів у випадку їхнього підґрунтового укладання запропоновано удосконалити підкопувальні робочі органи. За результатами досліджень запропоновано удосконалити гідропривід барабану для намотування поливних трубопроводів та підвищення рівня механізації збирання й перероблення поливних трубопроводів в цілому.

Подрібнення здійснюється за допомогою подрібнювачів з наступним *промиванням* вже подрібнених поливних трубопроводів у мийках та *висушуванням* у відцентрових сушарках.

Дана технологія та запропоновані пристрої дають можливість попередити забруднення сільськогосподарських угідь відпрацьованими поливними трубопроводами.

**СПОЖИВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИНАМИ ЦИБУЛІ
РІПЧАСТОЇ ТА ЇХ ВІНОС ПРИ РІЗНИХ НОРМАХ ФЕРТИГАЦІЇ ЗА
КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ**

О.С. Мартинюк

Інститут водних проблем і меліорації, м. Київ,
email: lenainima@meta.ua

Світовий досвід із використання краплинного поливу вказує, що вода разом з елементами живлення подається до рослин й рівномірно розподіляється у ґрунті в зоні розташування кореневої системи.

Однією з основних умов високих і гарантованих урожаїв овочевих культур є постійне постачання рослин елементами живлення. Добрива, внесені в оптимальних нормах, співвідношеннях і в оптимальні терміни, значно підвищують урожайність, покращують якість продуктивних органів овочевих культур.

Практика застосування краплинного зрошення в Україні показала, що використання його без урахування регіональних особливостей та якості зрошувальної води може призводити до негативних змін ґрунтових процесів і режимів і, насамперед, до прояву вторинного осолонцювання й засолення ґрунтів.

За виносом елементів мінерального живлення цибуля ріпчаста поступається багатьом іншим овочевим рослинам, але через слаборозвинену кореневу систему вона досить вимоглива до вмісту їх у ґрунті. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов вирощування норми внесення органічних і мінеральних добрив можуть змінюватися. Рациональна науково обґрунтована система застосування добрив дає змогу підвищити врожайність овочевих рослин на 30–50 % без зниження якості продукції. Незбалансоване підвищення дози азоту за недостатнього забезпечення фосфором і калієм погіршує якість цибулин та їх лежкість.

Цибуля ріпчаста– дворічна овочева культура, котра займає більш ніж 95 % загальної площі, що відведено під цибулі. Аналіз фактичного забезпечення населення України продукцією овочівництва (в тому числі і цибулею ріпчастою), вказує на її недостатнє виробництво, так виробництвом забезпечується лиш 80–85 % від необхідної потреби.

Наразі вирощування цієї овочевої культури набуло широкого попиту в комерційних цілях. Впроваджуються здебільшого сорти іноземного походження цибулі ріпчастої, які часто неспроможні повністю розкрити свій потенціал у теперішніх складних природних та екологічних умовах.

Застосування краплинного зрошення на фоні внесення мінеральних добрив дає можливість отримувати товарну врожайність цибулі ріпчастої на рівні 98–100 т/га. Саме такі елементи технології забезпечують найактивніше використання рослинами цибулі з мінеральних добрив азоту

–26–40%, фосфору – 4–6 і калію – 16– 33%. З підвищенням рівня урожайності зростає винос елементів живлення. Коефіцієнти виносу за традиційної системи землеробства є дослідженими. Проте, на зрошувальних землях такі коефіцієнти відсутні.

В Україні нині ще немає чітких рекомендацій щодо вирощування цибулі ріпчастої при краплинному зрошенні, які б ґрунтувались на коефіцієнтах виносу основних елементів живлення та засвоєння їх рослиною. Таким чином, на території України вирощування цибулі без науково-обґрунтувань елементів технології при зрошенні не завжди є ефективними.

У зв'язку з цим, є необхідність наукового обґрунтування закономірностей й характеру змін властивостей ґрунту, їх показників родючості та руху елементів живлення в умовах капельного зрошення, розроблення заходів попередження деградації агроеліоративного стану земель. Вирішення цих питань є актуальним науковим напрямом, який сприяє збереженню еколого-агроеліоративного стану ґрунту та отриманню сталих рівнів урожаю цибулі ріпчастої.

А так, дослідження по виносу і споживання рослинами цибулі ріпчастої основних елементів живлення залежно від різних способів зрошення та внесення добрив є актуальним та необхідним . Експериментальна частина виконується шляхом проведення польових і лабораторних досліджень, які регламентуються Національним Стандартом України (ДСТУ 4362:2004) про якість ґрунту та показники родючості ґрунтів.

УДК 634.1:631.67:504

ЕЛЕМЕНТИ РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР В ЗРОШУВАНИХ УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Т.В. Малюк, Н.Г. Пчолкіна, Л.В. Козлова

Мелітопольська дослідна станція садівництва імені М.Ф. Сидоренка
Інституту садівництва НААН, м. Мелітополь, agrochim.ios@ukr.net

Сучасне вітчизняне садівництво переживає економічну та технологічну кризу, вийти з якого можливо при інноваційному підході до технології вирощування плодкових культур. Основна мета нових підходів до вирощування багаторічних культур - підвищення стійкості до біотичних і абіотичних стрес-факторів і врожайності за допомогою розробки і впровадження нових інтенсивніших елементів технології їх вирощування.

Слід відмітити, що серед розмаїття плодів стабільно високий попит у населення мають свіжі плоди черешні, вони ж є й найдорожчими на більшості ринків України порівняно з плодами інших культур раннього

строку досягання. Саме ця обставина спричинила високу зацікавленість цією культурою як виробників, так і спеціалізованих наукових установ та сприяла зміні породної структури кісточкових культур.

Проте, незважаючи на високу якість плодів черешні, що вирощуються у південних районах і потенційні можливості в отриманні високих урожаїв, пропозиція плодів на вітчизняному ринку зменшується, а дефіцит та, відповідно, ціна зростають. Крім того, за даними ДП ДГ «Мелітопольське» Мелітопольської дослідної станції садівництва ІС НААН, де насадження черешні займають 95,7% площі кісточкових культур, рівень рентабельності цієї культури значно знизився за останні роки, а в окремі періоди він досягав навіть від'ємних значень.

Низька ефективність вирощування черешні останніми роками пов'язана із зниженням врожайності через зміни кліматичних умов у бік зростання посушливості клімату та збільшенням собівартості виробництва її плодів.

Крім того, загальноприйнята технологія вирощування черешні не передбачає застосування зрошення, незважаючи на те, що вологозабезпеченість окремих періодів вегетації у зоні Південного Степу недостатня (а в окремі роки та періоди – критична) для забезпечення оптимальних умов росту і розвитку плодових дерев. І взагалі, моніторинг погодних умов зони проведення досліджень за багаторічний період (1979–2015 рр.), показав суттєве збільшення показників випаровуваності, визначеної за показниками середньодобової температури повітря (C^0) та кількості опадів (мм), протягом вегетаційного періоду особливо за останні 5-8 років.

Це свідчить про те, що на сьогодні для реалізації потенціалу цієї культури в південних регіонах потрібно створювати сучасні інтенсивні технології її вирощування, серед елементів яких є впровадження ущільнених схем садіння, малооб'ємних крон, нових високопродуктивних сортів. Водночас, зважаючи на особливості погодних умов, одним з центральних елементів таких технологій є саме зрошення.

Поливи плодових культур підвищують інтенсивність фотосинтезу, транспірації, активізують фізіолого-біохімічні процеси рослин. У підсумку це сприяє покращенню зав'язуваності плодів, посиленню росту рослин, що особливо важливо на початкових етапах росту і розвитку, підвищенню урожайності, зимостійкості, стійкості до шкідників та хвороб, стимулюванню закладки генеративних бруньок та зниженню осипання зав'язі, підвищенню стійкості до стресових умов літнього періоду.

Отже, необхідність застосування зрошення в інтенсивних насадженнях плодових культур, зокрема черешні, в умовах півдня України очевидна. З іншого боку, впровадження нових технологій вирощування черешні в умовах Запорізької області стримується дефіцитом та високою вартістю поливної води, а також дефіцитом внесення органічних добрив у садах, традиційною паровою системою утримання ґрунту, недосконаліми

способами внесення добрив, віддаленням періодів активного поглинання рослинами певних елементів від строків удобрення тощо.

У таких умовах застосування краплинного способу зрошення є одним із можливих виходів із ситуації, оскільки даний спосіб мікрозрошення відповідає вимогам заощадження поливної води, можливості проведення фертигації і оперативного керування умовами живлення і вологозабезпечення рослин тощо. Проте, вказані його переваги виявляються тільки при розробці і подальшому дотриманні всіх вимог технологічних процесів вирощування плодових культур та здійсненні контролю за еколого-агромеліоративним станом ґрунту.

У зв'язку з вищенаведеним метою нашої роботи є вивчення режимів зрошення, систем утримання ґрунту і удобрення як провідних елементів технології мікрозрошення насаджень плодових культур, зокрема черешні, орієнтованих на створення оптимальних умов росту і розвитку дерев за мінімальних витрат води, добрив та енергоресурсів.

Науково-дослідна робота проводиться на базі МДСС імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН і передбачає споріднені дослідження особливостей формування водного, гідротермічного, поживного та сольового режимів чорнозему південного за різних режимів краплинного зрошення, систем утримання ґрунту та удобрення в молодих інтенсивних насадженнях черешні, як провідної культури південного регіону. Варто відзначити, що в Україні така робота проводиться уперше, адже питання щодо елементів технології мікрозрошення черешні особливо в інтенсивних насадженнях залишаються майже не дослідженими.

Комплексну роботу розпочато у 2016 році у молодих інтенсивних насадженнях черешні сортів Крупноплідна та Світхарт, рік садіння – 2015, схема садіння 5х3 м, форма крони - веретеноподібна. Проте слід зазначити, що окремі елементи технології мікрозрошення черешні вивчалися з 2015 року у пошукових дослідженнях.

У дослідженнях щодо ресурсозберігаючого режиму мікрозрошення черешні передбачено варіанти з рівнем передполивної вологості ґрунту (РПВГ) 70 % та 80 % НВ та з призначенням поливів за показником сумарної розрахункової випаровуваності ($\sum E_0$), визначеної за формулою М.М. Іванова при 70 %, 90% та 110 % різниці між випаровуваністю та опадами ($E_0 - O$). У досліді щодо визначення раціональної системи утримання та удобрення ґрунту при краплинному зрошенні вивчалася ефективність різних мульчувальних матеріалів порівняно до чорного пару за зрошення та без його застосування за різних способів внесення добрив, у тому числі фертигації. Крім того, дослідженнями передбачено визначення ресурсозберігаючої системи удобрення ґрунту, що передбачає окреме внесення органічних, мінеральних та гуматовмісних добрив, а також їх поєднань.

У результаті досліджень щодо вивчення особливостей формування водного режиму чорнозему південного легкосуглинкового у насадженнях черешні встановлено визначальний вплив погодних умов, режимів

зрошення та системи утримання ґрунту на процеси надходження та витрат вологи.

Визначено, що найвищий ступінь висушування ґрунту у регіоні відмічено за природнього зволоження у серпні-вересні (29-45 % НВ). Водночас, мульчування пристовбурних смуг тирсою неплодових дерев та соломою злакових рослин сприяло збереженню вологи опадів відносно чорного пару у незрошуваних умовах, однак, її рівень часто залишався нижчим від показників вологості в'янення (48–56 % НВ). Така ж тенденція зберігалася до вересня. Відмічено, що використання чорного агроволокна для укриття пристовбурних смуг за природнього зволоження в окремі періоди приводило до більшого дефіциту вологи порівняно з чорним паром.

Тобто, мульчування рядів черешні природними матеріалами (тирсою та соломою) сприяло пом'якшенню гідротермічних умов ґрунту відносно чорного пару. Проте у другій половині вегетації їх використання не дозволяє уникнути значного дефіциту вологи у ґрунті за природнього зволоження. Отже, мульчування не може бути повною альтернативою зрошення інтенсивних насаджень черешні в умовах півдня України.

Крім того, як за природнього зволоження, так і за зрошення, максимальна за добу температура ґрунту на поверхні ґрунту та на глибині 10 см за період липень-серпень під соломою й тирсою була значно нижчою порівняно до чорного пару (на 8,5-24,7 °С на поверхні ґрунту, 0,3–6,0 °С – на глибині 10 см). Чорне агроволокно такими властивостями не володіє, адже в окремі періоди температура під чорним агроволокном була навіть вищою за чорний пар на 3-5 °С.

Водночас, мульчування пристовбурних смуг черешні у поєднанні зі зрошенням (РВПГ 70 % НВ) дозволило зменшити кількість поливів, збільшити міжполивний період до 7 днів, що обумовило економію води на 11–49 % залежно від виду мульчі.

Також у результаті досліджень визначено, що у середньому показник сумарного водоспоживання черешні, розрахований за скороченим рівнянням водного балансу, за РВПГ 70 % та 80 % НВ склав у середньому 3495 та 3575 м³/га. До цих значень наближені й параметри сумарного водоспоживання за розрахункового способу призначенням поливів при 90 та 70 % ($E_0 - O$). Призначення поливів при 110 % ($E_0 - O$) зумовило найбільші його показники – 3713 м³/га.

При порівнянні величини фактичного сумарного водоспоживання з розрахунковою випаровуваністю за поливний період визначено, що розрахункові параметри відрізнялися від фактичних значень на ± 7 –16 %.

У дослідженнях встановлено, що поєднання вищезазначених елементів технології мікрозрошення черешні сприяє покращенню вологозабезпеченості рослин, визначеній за показником вмісту вологи в листках, на 15–26 %, підвищення ступеня засвоєння поживних речовин на 11–43 %, зростання кількості хлорофілу у листках на 12–28 %, збільшення

стресостійкості рослин, встановлений за вмістом кінцевого продукту перекисного окиснення ліпідів – малонового діальдегіду, на 14–35 %.

Водночас умови вологозабезпеченості та живлення визначали інтенсивність продукційних процесів молодих дерев черешні сортів Світхарт та Крупноплідна. За умов дефіциту вологи та поживних речовин у ґрунті на третю вегетацію насаджень у дерев контрольних варіантів відмічено формування площі листової поверхні у межах 2,7–3,8 тис. м²/га та сумарного однорічного приросту пагонів – 8,8–12,5 м/дер. залежно від сорту. Покращення умов живлення та зволоження за рахунок досліджуваних факторів обумовило зростання даних показників порівно з контролем на 12–47 %.

Отже, для вирощування інтенсивних насаджень плодових культур, у тому числі провідної культури регіону досліджень – черешні, за умов сучасного стану економіки, дефіциту води та енергетичних ресурсів, екологічних стресів оптимізація елементів технології мікрозрошення, зокрема розробка режимів зрошення, доцільних систем утримання ґрунту та раціональних систем удобрення має виключно важливе теоретичне та практичне значення. Зокрема, результатами досліджень доведено, що використання розрахункового методу призначення поливу, мульчування природними матеріалами, використання органо-мінеральної системи удобрення, зокрема способом фертигації обумовлює збільшення міжполивного періоду, зменшення витрат поливної води, підвищення забезпеченості ґрунту елементами живлення, оптимізацію фізіолого-біохімічних процесів та економію трудових та матеріальних ресурсів.

УДК 631.6

ІЗРАЇЛЬСЬКИЙ ДОСВІД ВЕДЕННЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Р.А. Купедінова

Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ
e-mail: Kupedinova_Ru@mail.ru

Сільське господарство в Ізраїлі, незважаючи на несприятливі природні умови, досягло високого рівня - країна є світовим лідером в області сільськогосподарських інноваційних технологій.

Щорічно, з метою навчання та ознайомлення з передовими технологіями, Ізраїльським агентством міжнародного співробітництва MASHAV і Міжнародним навчальним сільськогосподарським центром (МАТС) проводиться ряд курсів.

У кібуці Шфаїм з 27 серпня по 15 вересня 2017 року відбувся черговий Міжнародний навчальний курс «Ефективне управління і використання водних ресурсів», в якому взяли участь 24 представники з

10 країн - Азербайджану, Вірменії, Грузії, Казахстану, Киргизстану, Молдови, Таджикистану, Туркменістану, Узбекистану і України. Метою цієї програми було обговорити зі слухачами передові технології і практику застосування ефективної стратегії і методів управління обмеженими водними ресурсами в сільському господарстві, ресурсозберігаючі технології використання води та ґрунту в посушливих і семіарідних кліматичних умовах з урахуванням можливості їх адаптації до місцевих умов країн-учасників.

В рамках курсу обговорювалися наступні основні теми:

- стратегія освоєння існуючих і нових водних ресурсів в Ізраїлі - гарантія водопостачання для майбутніх поколінь;
- адміністративна і економічна політика при розподілі водних ресурсів;
- асоціації сільськогосподарських водокористувачів: норми і контроль водоспоживання в посушливих кліматичних зонах, забезпечення постійного водопостачання для сільськогосподарських потреб;
- потреби рослин у воді і зрошенні з урахуванням екологічних обмежень;
- планування систем зрошення на основі водосберегаючих іригаційних технологій;
- обробка і повторне використання для зрошення стічних і мінералізованих підземних вод;
- відведення та збереження паводкових вод, створення резервуарів сільськогосподарського призначення в умовах пустелі;
- know-how і виробники обладнання для інноваційних водних технологій.

Також у рамках курсу було відвідано іригаційну систему кибуцу «Ейн аХореш», дослідну ділянку фірми «SupPlant», регіональне відділення фірми з водопостачання MEKOROT, дослідні ділянки компанії з виробництва обладнання для краплинного зрошення Netafim, водну асоціацію Мей Голан, Центральний завод з очищення стічних вод Shafdan, регіональну науково-дослідну станцію Лахіш, екологічний заповідник Агмон аХула, а також завод з опріснення морської води в Ашкелоні.

Частиною програми курсу було і відвідування міжнародної професійної виставки WATEC Israel 2017, яка проходила з 12 по 14 вересня в Тель-Авіві. Концепція WATEC була створена в Ізраїлі 10 років тому і на сьогоднішній день дозволяє фахівцям з усього світу поділитися досвідом в сфері водних ресурсів, а також ознайомитися з сучасними досягненнями і перспективними розробками. Ізраїль був обраний місцем проведення такої виставки не випадково - ця країна є однією з перших і небагатьох, які успішно подолали труднощі, пов'язані з обмеженими водними ресурсами. Досягти цього вдалося за рахунок освіти, інтелектуального управління водними ресурсами і, звичайно ж, впровадження інноваційних технологій.

На WATEC Israel 2017 у рамках навчальних програм MASHAV зібралися понад 104 експерти з 34 країн, щоб взяти участь в професійному семінарі за темою «Ізраїльські водні технології як рішення проблем розвитку в світі».

На сьогоднішній день Ізраїль має унікальний досвід управління для ефективного використання обмежених водних ресурсів на державному та місцевих рівнях. Значні досягнення цієї держави і в застосуванні економних способів зрошення, і в розвитку нових джерел водних ресурсів, таких як опріснення морської води і очищення стічних вод (відсоток повторного використання стічних вод на сьогодні досягає до 80%).

Сучасні способи зрошення здатні полегшити пагубний вплив посухи в аридних і семіаридних кліматичних зонах, але повинні розглядатися спільно з концепцією охорони ґрунтів від ерозії, засолення і надлишкового перезволоження.

УДК 631.675.4

УПРАВЛІННЯ ПОЛИВАМИ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ТЕНЗІОМЕТРІВ

О.Є. Павелківська¹, к.с-г.н., О.В. Павелківський²
¹Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ
pavelkivska.o@gmail.com

²Компанія Акватек, смт Чабани Київської обл.
pavelkivskiy.o@gmail.com

Максимальний ефект від зрошення в значній мірі залежить від прийняття правильного рішення щодо проведення чергового вегетаційного поливу. За проектним режимом зрошення поливають за графіками, розробленими проектною організацією. За експлуатаційним режимом зрошення час чергового поливу встановлюють безпосередньо в процесі вегетації рослин. В практиці зрошувального землеробства терміни чергових поливів сільськогосподарських культур визначають, як правило, за даними динаміки фактичних вологозапасів кореневого шару ґрунту рослин.

Діагностувати кількість вологи у ґрунті можливо тензіометрами – вологомірами ґрунту (за наявності залежності між тензіометричним тиском ґрунту та його вологістю). Поливи призначають за показаннями вологомірів при зниженні вологості кореневого шару ґрунту рослин до заданого передполивного рівня.

У 2014 році в ТОВ «Агрофірма «Весна-2011» Макарівського району Київської області (зона східного Полісся) в яблуневому саду на слаборослій підщепі 3-го року вегетації були проведені поливи за проектним режимом краплинного зрошення – виробничий варіант, а в іншому – за допомогою аналогових тензіометрів (рис. 1). Вологоміри були

встановлені у створі ряду на відстані 25 см від дерев яблуні на глибині 15 см у триразовій повторності. Передполивна вологість ґрунту диференційована впродовж вегетації яблуні 75 – 85 (з II-ї половини травня до I-ї половини серпня) – 75 % НВ. Ґрунт саду дерново-підзолистий легкосуглинковий. Рівень ґрунтових вод знаходився на глибині 1,5-2,0 м. Залежність тензіометричного тиску (P_s , -кПа) від вологості ґрунту (W , %) – $W = 39004,44 \cdot e^{-0,35 \cdot P_s}$.

У результаті проведення дослідів з діагностування поливів за допомогою аналогових тензіометрів і проведення поливів за проектним режимом зрошення встановлені відмінності в сумарному водоспоживанні саду та врожайності яблуні (табл. 1). На варіанті, де поливи призначали за показаннями тензіометрів, провели 19 поливів середньою нормою 48,6 м³/га. На виробничому варіанті – 11 поливів нормою 50 м³/га. Сумарне водоспоживання яблуневого саду першого варіанту було більше на 171 м³/га виробничого варіанту, урожайність яблук більше на 3,65 т/га відповідно. Найменші витрати води на створення одиниці врожаю 180,4 м³/т відмічено на варіанті з тензіометрами.

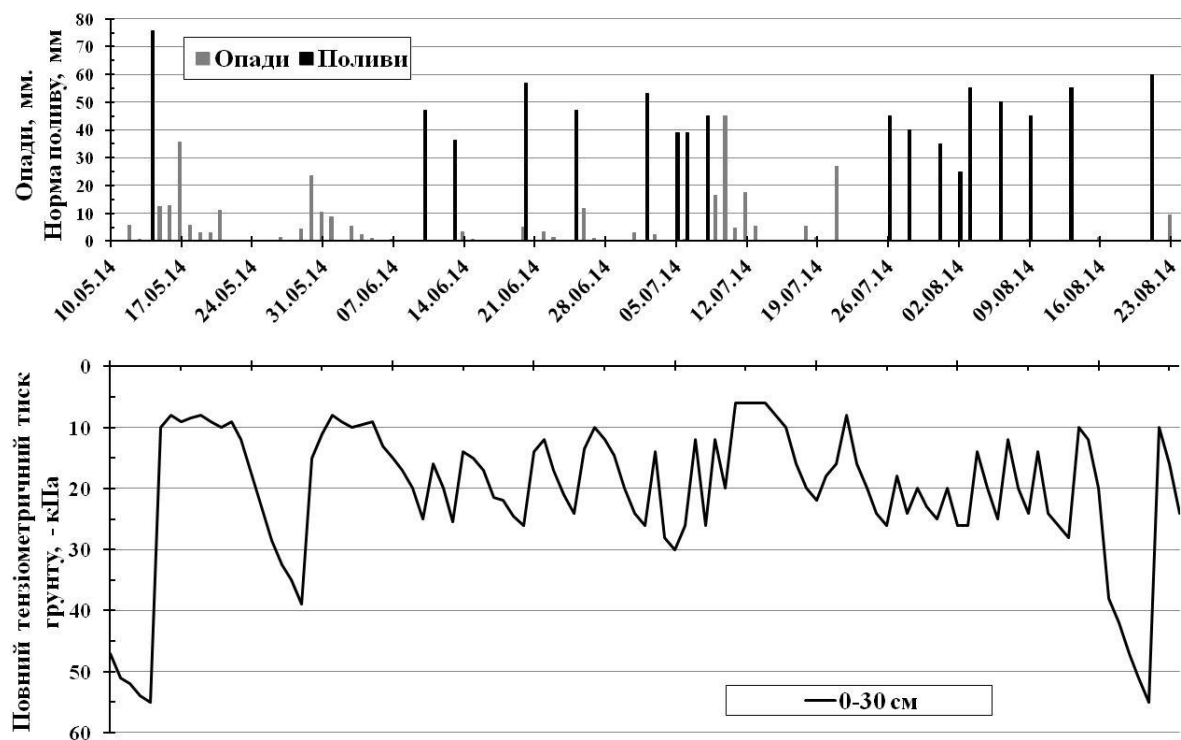


Рисунок 1 – Режим краплинного зрошення яблуні на слаборослій підщепі; продуктивні опади, режим повного тензіометричного тиску ґрунту

Таблиця 1 – Режим краплинного зрошення, водоспоживання і врожайність яблуні на слаборослій підщепі 3-го року вегетації залежно від способу призначення термінів поливу

Варіанти дослідів	Продуктивні опади, м ³ /га	Кількість поливів	Норма зрошування, м ³ /га	Запаси вологи ґрунту, м ³ /га		Витрати ґрунтової вологи, м ³ /га	Волога з ґрунтових вод, м ³ /га	Сумарне водоспоживання, м ³ /га	Коефіцієнт водоспоживання, м ³ /т яблук	Урожайність, т/га
				поч. вегетації	кін. вегетації					
Тензіометри аналогові	2556,0-	19	924	1480	1271	209	559	4248	161,8	26,25
Виробничий варіант		11	550	1495	1258	237	734	4077	180,4	22,60
Контроль (без зрошення)		-	-	1483	1255	228	1084	3868	193,3	20,01
<i>НІР 0,5 м/га</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	1,7

За розрахунком річного економічного ефекту економічним виявився варіант із застосуванням вологомірів ґрунту, йому відповідає найбільший річний економічний ефект 15 тис. грн/га (за середніми цінами на яблука і фактичними витратами виробництва 2014 р.). Спосіб проведення поливів за проектним режимом зрошення є економічно не вигідним через від'ємний економічний ефект. Це означає, що рівень рентабельності вирощування яблуневих садів за проектним режимом краплинного зрошення є меншим навіть за рівень рентабельності вирощування садів в умовах без зрошення. Будівництво системи краплинного зрошення садів доцільно за умови призначення поливів за показаннями вологомірів ґрунту.

Аналогові тензіометри технічно прості, доступні для виробничого використання, принцип їх роботи в значній мірі відповідає роботі кореня рослини. В Україні тензіометри серійно виготовляє Компанія Акватек (<https://aquatec.com.ua>). Такі прилади забезпечують точність і достовірність при вивченні зон зволоження ґрунту, управлінні режимом зрошення, а отже дають можливість формувати водоспоживання сільськогосподарських культур на рівні потенційно можливого і створювати найкращі умови для отримання високої врожайності. Проте аналогові тензіометри з вакууметром для вимірювання тензіометричного тиску не забезпечать високої оперативності при визначенні термінів поливу, особливо, коли міжполивний період становить 1-2 дні. В таких приладах відсутня можливість автоматизованого управління зрошуванням, через що підвищуються затрати праці.

В сучасних безпроводних тензіометричних системах моніторингу вологості ґрунту використовуються електронні технології вимірювання і передачі інформації (<http://www.tensiograph.com>, <http://tevatronic.net> та ін.). Завдяки яким дистанційно на радіочастоті зчитуються дані – показання датчиків до центрального контролера і далі передаються мобільним

зв'язком в мережі GSM/3G через заданий інтервал часу на інтернет-сервер. Дані запам'ятовуються і надаються авторизованим користувачам – операторам систем зрошення у вигляді графіків (рис. 2) і таблиць.

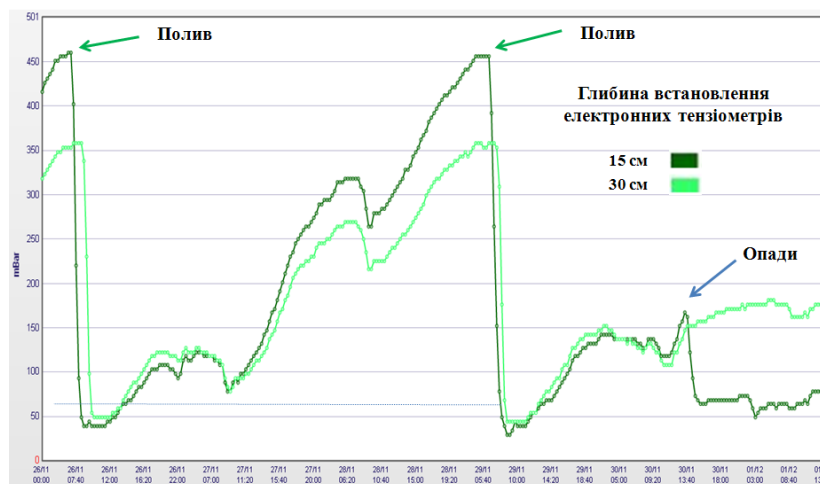


Рисунок 2 – Фрагмент режиму тензіометричних тисків ґрунтової вологості в процесі зрошення авокадо в країні Ізраїль, представлений сучасною електронною тензіометричною системою (за даними Компанії Mottes Tensiometers)

На графіках вологість ґрунту представляється в одиницях тиску (-мбар або -кПа). Користувачі застосовують їх для автоматизації управління процесом поливу, тим самим підвищують економічну ефективність зрошення сільськогосподарських культур.

Польова станція вологості ґрунту складається з двох або трьох електронних тензіометрів різної довжини для встановлення на відповідні глибини в ґрунті, в якій кожний аналоговий вакуумметр замінений, як правило, на адаптований електронний датчик тиску. Цей датчик сприймає будь-які зміни натягнення (капілярного потенціалу) ґрунтової вологості, яке характеризує водоутримувальні сили ґрунту і обумовлює доступність вологості для рослин, і діє як регулятор електричного струму в діапазоні від 4 до 20 мА системи вимірювання. В реєстраторі даних з низьким енергоживленням 1,5 В-8 АА використовується дистанційне програмне управління.

Високу ефективність систем зрошення сільськогосподарських культур можна забезпечити за умови їх оснащення вологомірами ґрунту. Сучасні тензіометричні системи моніторингу вологості ґрунту забезпечать оперативність і точність в процесі управління режимом зрошення. Завдання розробити сучасну українську автоматизовану тензіометричну систему спостереження за вологостями ґрунту є актуальним для науково-технічних розробок.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАПІРНО-РЕГУЛЮВАЛЬНОЇ АРМАТУРИ НА ГІДРОДИНАМІКУ ТА ВІБРАЦІЮ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ

В.В. Шліхта

Інститут водних проблем і еліорації, м. Київ,
e-mail: sh.vova@outlook.com

При роботі відцентрових насосів, на виході яких встановлено запірно-регулювальну арматуру неможливо уникнути динамічних взаємодій потоку води, з її обтічними. В результаті чого, виникає вібрація корпусу і внутрішніх елементів арматури, що в свою чергу призводить до гідравлічних втрат в напірному трубопроводі. Частіше всього вібрація виникає при перехідних режимах роботи насосного агрегату (НА).

Енергетичні обстеження та вібраційні дослідження проведені на насосних станціях (НС) зрошувальних систем показали, що на багатьох НА під час пуску та зупинки, при закритому поворотного-дискового затворі, виникають недопустимі рівні вібрації НА (див. рис.1). При цьому часовий інтервал між пуском НА і початком відкривання затвору становить близько 10-15 секунд, на протязі яких спостерігаються недопустимі рівні вібрації.

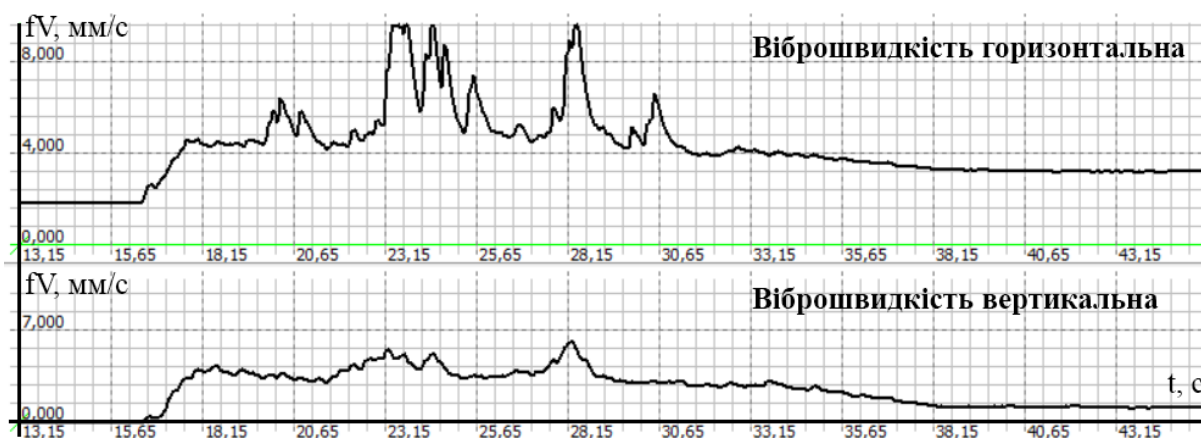


Рисунок 1 - Рівні вібрації НА під час пуску

Додаткові обстеження поворотного-дискового затвору показали, що при перехідних режимах роботи НА в самому затворі також виникають підвищені рівні вібрації, при певному куті нахилу диску затвора по відношенню до потоку води.

Враховуючи конструктивні допуски затвору та заходи, що до підвищення його надійності і довговічності, диск затвору повністю не закривається у зв'язку з тим, що поворотний механізм має кінцевий вимикач, який не допускає повне відкриття і закриття. Завжди залишається зазор, через який проходить вода, створюючи турбулентний потік.

Можна виділити декілька основних причин виникнення підвищених рівнів вібрації при перехідних режимах роботи НА[1]:

- конструкція приводу (вібрація викликана роботою електроприводу поворотно-дискового затвору);
- геометрія обтічних частин (вплив потоку води на конструктивні елементи, що призводить до формування турбулентних потоків і зон пониженого тиску);
- режим роботи арматури (час спрацювання механізму приводу, час відкриття або закриття затвору, швидкість потоку, тиск та ін.);

Механічна складова вібрації запірно-регулювальної арматури являється незначною в порівнянні з гідравлічною, викликаною потоком води та її контактом з обтічними частинами затвору. В перше фізичні і гідродинамічні процеси, що виникають в арматурі при проходженні рідини дослідив Н.Є. Жуковський [2]. Проте, умови роботи арматури НА, при перехідних режимах значно відрізняються від стаціонарних режимів, на яких проводив свої дослідження Н.Є. Жуковський.

Також залишається не дослідженим вплив вібрації запірно-регулювальної арматури на загальний рівень вібрації НА.

З метою дослідження гідравлічних процесів, що відбуваються в запірно-регулювальній арматурі при різних режимах роботи та з різними положеннями запірних елементів, була створена параметрична 3D модель поворотно-дискового затвору, за допомогою якої можливо проводити симуляції потоку води (рис. 2).

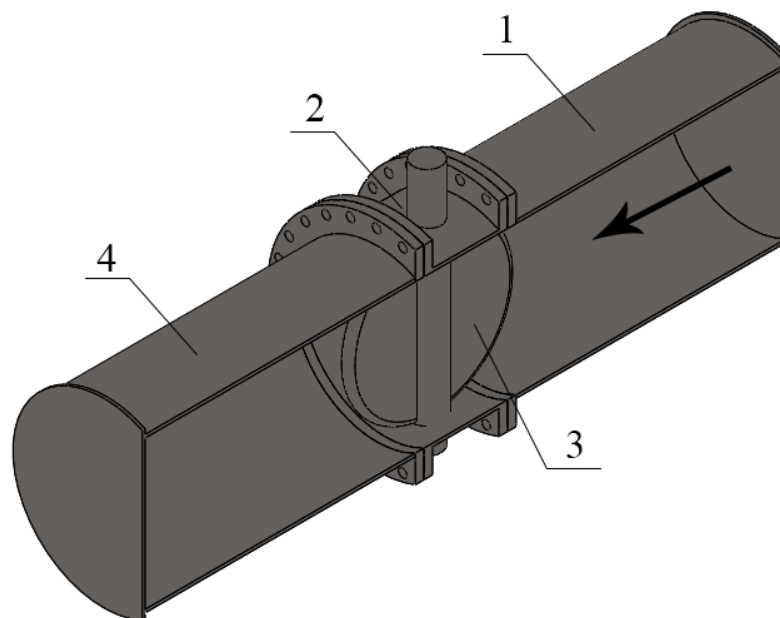


Рисунок 2 - Параметрична модель поворотно-дискового затвору
1 – вихідний трубопровід; 2 – поворотно-дисковий затвор; 3 – диск затвора;
4 – напірний трубопровід;

Симуляції дозволять розрахувати параметри потоку в будь-якій точці трубопроводу із поворотно-дисковим затвором. А також дозволять проаналізувати гідродинамічні процеси, виявити зони пониженого тиску, промодельовати кавітаційні явища при різних кутах повороту (α) диску затвора відносно потоку води в трубопроводі (рис.3).

При нестаціонарних режимах роботи НА спостерігаються найбільші рівні вібрації, які призводять до зниження енергоефективності і експлуатаційної надійності. В значній мірі, вібрації в запірнорегулювальній арматурі, спричинені гідродинамічними процесами, приводять до гідравлічних втрат в напірному трубопроводі [3]. Проте вплив арматури на загальний рівень вібрації досі не вивчений.

Отже з метою дослідження впливу запірнорегулювальної арматури на гідродинаміку та вібрацію НА, була створена параметрична модель поворотно-дискового затвора, яка дозволяє проводити симуляції потоку води і визначати основні параметри потоку, а також виявляти турбулентність потоку та кавітаційні явища, а також гідравлічні втрати при різних режимах роботи НА.

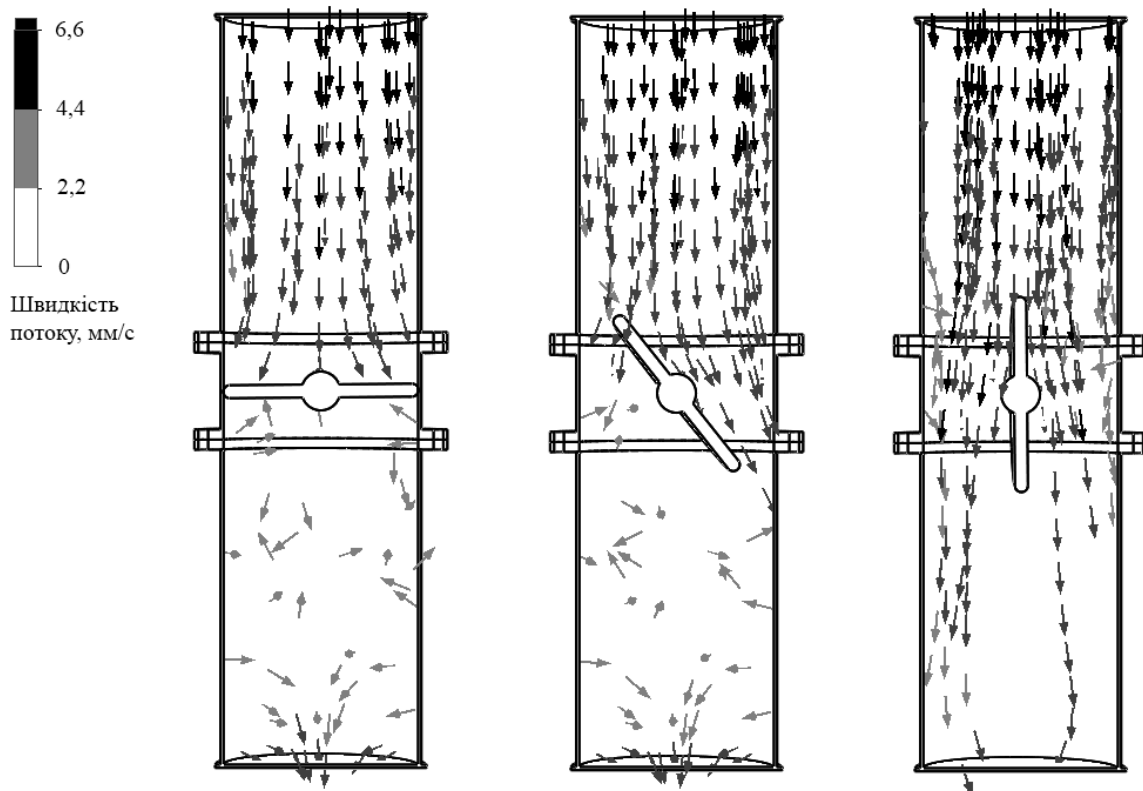


Рисунок 3 - Симуляція потоку води:

а – закритий диск затвора ($\alpha = 0^\circ$); б – привіткритий диск затвора ($\alpha = 45^\circ$);
в – відкритий диск затвора ($\alpha = 90^\circ$)

Змінюючи кут повороту диску затвора відносно потоку води, моделюють різні режими роботи НА включно з перехідними режимами (пуск, зупинка).

Таким чином маючи усі необхідні вхідні параметри моделі поворотно-дискового затвору, описаної вище, можна проаналізувати причину виникнення підвищених рівнів вібрації в момент пуску або зупинки НА, виявити зв'язок запірної регулювальної арматури з загальним рівнем його вібрації.

Список використаних джерел

1. Куличкова Е.А. Снижение импульсной вибрации трубопроводной арматуры // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королёва. 2016. Т. 15, № 2. С.145-151.
2. Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. М.-Л.:ГИТТЛ, 1949. 108 с.
3. Дидковская А.С., Лурье М.В. Моделирование процесса пуска насосов промежуточной нефтеперекачивающей станции // Территория «НЕФТЕГАЗ». –2015. – № 3. – С.118–122.

УДК 631.67

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ВОДОПОДАЧЕЮ НА ЗАКРИТІЙ ЗРОШУВАЛЬНІЙ СИСТЕМІ З РЕГУЛЮЮЧИМ БАСЕЙНОМ

М.М. Таргоній

Інститут водних проблем і меліорації, м. Київ,
e-mail: nick991@meta.ua

Практика експлуатації зрошувальних систем України свідчить, що за випадкового процесу водоподачі при груповій роботі дощувальних машин (ДМ) та складних гідравлічних процесів в закритій зрошувальній мережі (ЗЗМ) виникають порушення оптимальних режимів роботи насосних агрегатів (НА), які призводять до зростання питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями (НС).

Нами запропонована зрошувальна система, яка додатково оснащена басейном добового регулювання (БДР), під'єднаним до розподільчого трубопроводу ЗЗМ за допомогою допоміжного трубопроводу з регулятором тиску «до себе» [1]. Дана система спрямована на підвищення ефективності функціонування існуючих зрошувальних систем в умовах випадкових процесів водоподачі, а також дозволяє розширити площі зрошення.

Оцінка ефективності управління водоподачею на закритій зрошувальній системі (ЗЗС) з БДР здійснюється із застосуванням математичного моделювання.

Математична модель системи управління водоподачею, реалізується із застосуванням програми MATLAB/Simulink, що використовується для комп'ютерного моделювання динамічних систем. Модель ЗЗС

складається з окремих взаємодіючих моделей підсистем: НС, ЗЗМ з ДМ та БДР з регулятором тиску «до себе». Модель НС складається з паралельно під'єднаних до напірного трубопроводу НА [2].

При створенні моделі ЗЗМ використовується формула Дарсі-Вейсбаха, у якій динамічні втрати напору в трубопроводах по довжині, залежать від швидкості руху води, їх геометричних та гідравлічних характеристик, що визначаються за їхнім технічним станом.

При розробленні математичних моделей ДМ використовуються витратно-напірні характеристики, що отримані експериментально та описуються рівняннями другого порядку.

Математична модель ЗЗМ з регулюючим басейном додатково складається з моделей допоміжного трубопроводу, гідрозасувки, регулятора тиску «до себе» та БДР. Модель гідрозасувки представлено рівнянням місцевих втрат напору при різному ступені її відкриття, а модель регулятора тиску – його витратно-напірною характеристикою [3]. Модель БДР представлено блоком інтегратора зі змінним коефіцієнтом передачі, який залежить від площі водної поверхні басейну. Фрагмент математичної моделі кінцевої частини ЗЗМ, до якої під'єднано БДР з додатковою площею зрошення, наведено на рис.1.

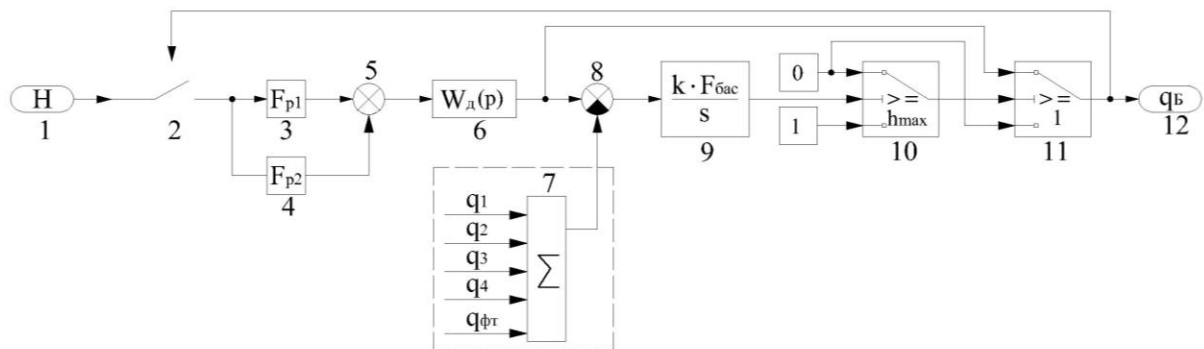


Рисунок 1 - Фрагмент математичної моделі кінцевої частини ЗЗМ з БДР

1 – вхідний сигнал (напір води в кінцевій частині розподільного трубопроводу, м); 2 – ключ (засувка); 3, 4 – напірні характеристики гідравлічних регуляторів тиску; 5, 7, 8 – суматори; 6 – передавальна функція ділянки допоміжного трубопроводу; 9 – модель БДР; 10, 11 – логічні ключі; 12 – вихідний сигнал (витрата води на вході в басейн); q_i – витрата i -тої поливної техніки на додатковій площі зрошення; $q_{фт}$ – втрати води на фільтрацію та випаровування.

Процеси, що виникають на ЗЗС з БДР при виконанні добового плану-заявки на десять ДМ «Фрегат», наведено на рис. 2.

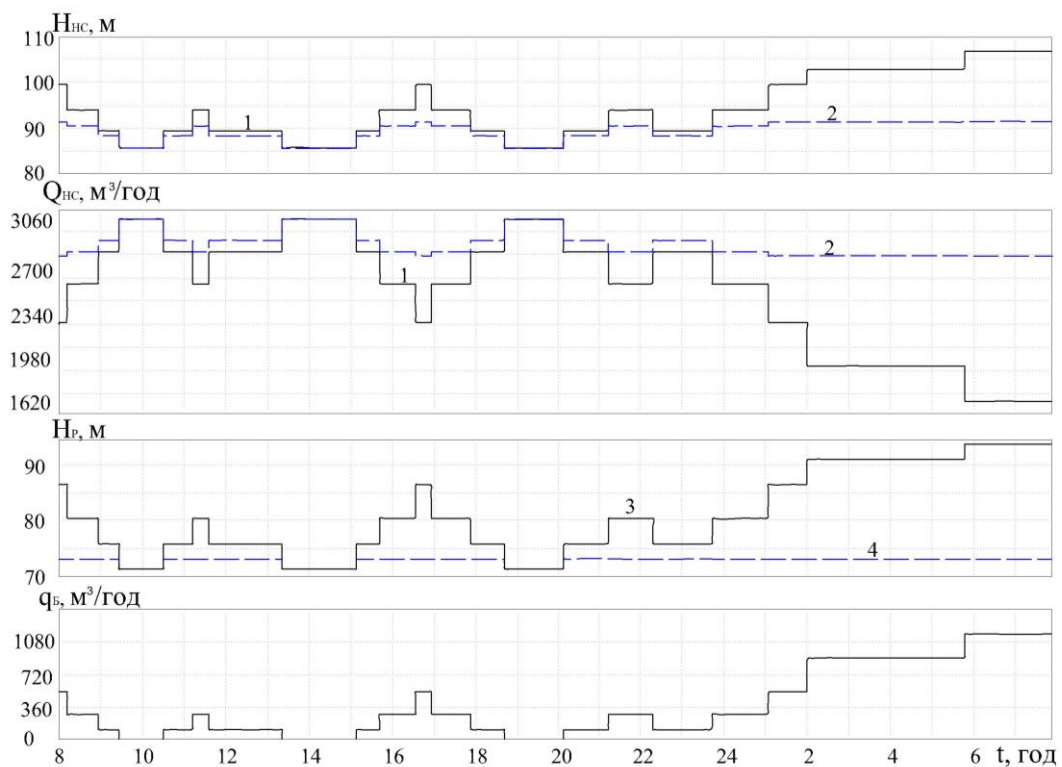


Рисунок 2 - Процеси, що виникають на 33С з БДР при виконанні добового плану-заявки на десять ДМ «Фрегат»

$H_{НС}$ – напір на виході із НС; $Q_{НС}$ – загальна витрата води НС; $H_р$ – напір перед регулятором тиску; $q_Б$ – витрата води, що поступає у БДР; 1 – напір та витрата води без застосування БДР; 2 – напір та витрата води при застосуванні БДР; 3 – напір в кінцевій частині 33М; 4 – напір в кінцевій частині 33М з працюючим регулятором тиску.

Відключення однієї ДМ зумовлює зростання напору перед регулятором тиску та його часткове відкриття, у зв'язку з чим здійснюється подача води до БДР з витратою $112 \text{ м}^3/\text{год}$. Послідовне відключення п'яти ДМ в нічний період доби, призводить до зростання напору перед регулятором тиску за його повного відкриття та зростання подачі води в БДР до $1200 \text{ м}^3/\text{год}$. При цьому регулятор тиску стабілізує напір в кінцевій частині розподільного трубопроводу 33М на рівні 73м, а напір на виході НС зростає від 90,4м до 91,3м.

Об'єм БДР необхідний для забезпечення зрошення на площі 250 га, при зрошувальній нормі $4 \text{ тис. м}^3/\text{га}$ та тривалості поливного сезону 140 діб, становитиме $7,2 \text{ тис. м}^3$.

У таблиці 1 наведено основні технічні та енергетичні показники оцінки існуючої системи управління водоподачею на 33С (варіант 1) та запропонованої із застосуванням на ній БДР (варіант 2).

Таблиця 1 Технічні та енергетичні показники застосування БДР на ЗЗС

Техніко-енергетичні показники управління водоподачею	Системи управління водоподачею	
	варіант 1	варіант 2
Середньозважений напір на виході із НС, м	94,3	89,7
Об'єм перекачаної води, тис.м ³	63,75	70,84
Середньозважені питомі витрати електроенергії на перекачування води НА, кВт·год/тис.м ³	333,9	319,3
Спожита електроенергія, тис. кВт·год	21,29	22,62
Площа зрошення, га	840,2	1090,2

Таким чином, застосування БДР дозволяє зменшити питомі витрати електроенергії на перекачування води НС, підвищити ефективність застосування багатотарифного обліку електроенергії, уникнути гідравлічних ударів, а також розширити площі зрошення до 25%.

Список використаних джерел

1. Патент UA 120012, МПК (2017.01) A01G 25/00 Зрошувальна система / Попов В.М., Таргоній М.М, Колосов В.С. ; заявник Інститут водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України. - № u 201701190 ; заявл. 09.02.2017 ; опобл. 25.10.2017, Бюл. № 20.
2. Попов В.М. Моделювання динамічних процесів водоподачі та електроспоживання на зрошувальному технологічному комплекс / В.М. Попов, М.М. Таргоній // Меліорація і водне господарство. – 2014. – Вип. 101. – С. 179-189.
3. Правила применения регулирующей и предохранительной арматуры мембранного типа при проектировании закрытых оросительных систем. – К.: Министерство мелиорации и водного хозяйства УССР, 1984. – 65 с.

УДК 631.6

ЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМАТИЧНОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖУ САМОПЛИВНОГО ТА ПРИМУСОВОГО ТИПУ НА СЛАБОСТІЧНИХ ТА БЕЗСТІЧНИХ ТЕРИТОРІЯХ ЗРОШУВАНИХ МАСИВІВ

О.І. Харламов

Інститут водних проблем і меліорації, м. Київ
e-mail: Harlam91@inbox.ru

Багаторічне зрошення в південному регіоні України зумовило інтенсивний підйом рівня ґрунтових вод (РГВ) та розвиток процесів затоплення, підтоплення та засолення ґрунтів, що викликало необхідність будівництва систем інженерного захисту та проведення постійного моніторингу гідрогеолого-меліоративної ситуації. Особливо істотно ці процеси відбуваються на слабодренуваних, малостічних та безстічних територіях. Відповідно до геологічних будови поверхневої товщі ґрунтів та гідрогеолого-меліоративних умов інженерний захист здійснюється вертикальним і горизонтальним дренажем.

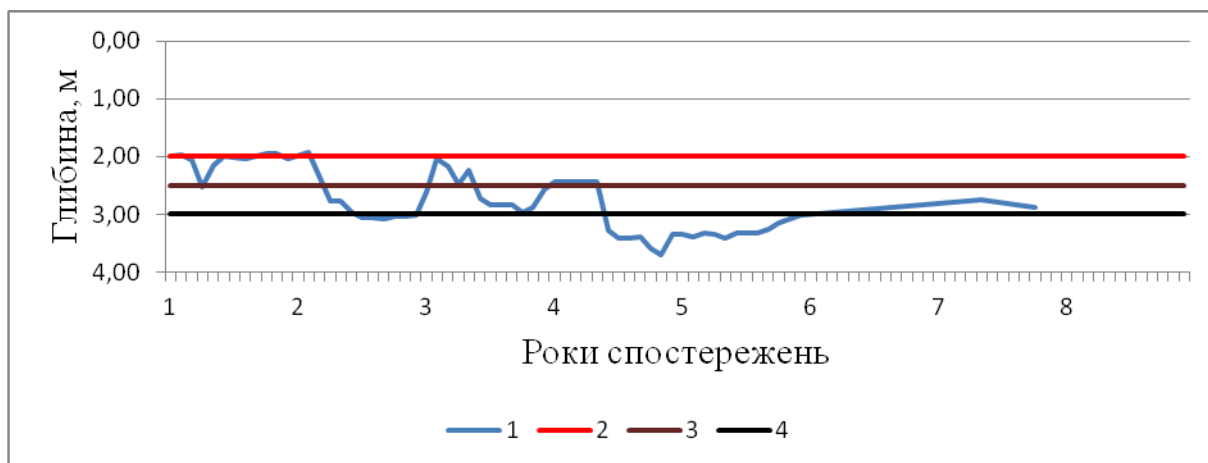
Дослідження ефективності дренажу проводились на дослідно-виробничих ділянках (ДВД), розташованих на Каховській зрошувальній системі в районі сільських населених пунктів Хрестівка та Григоріївка Чаплинського району Херсонської області.

ДВД представлені самопливною та примусовою системами закритого горизонтального дренажу, водоприймачем яких є дренажно-скидний канал Захід-Схід та зрошувальний канал Р-2. На ділянках сільськогосподарські угіддя зрошуються за допомогою дощувальних машин «Фрегат», в населених пунктах зрошення ведеться на присадибних ділянках. На масиві зрошення дренаж характеризується такими параметрами: відстань між дренами 200 м, глибина закладання дрен 2,8-3,0 м, глибина закладання колекторів 4,9-5,3 м, в населеному пункті: відстань між дренами 75-200 м, глибина закладання дрен 2,5 м, глибина закладання колекторів 3,0 м. Дренаж побудований в 1989-1990 рр. і експлуатується близько 30 років.

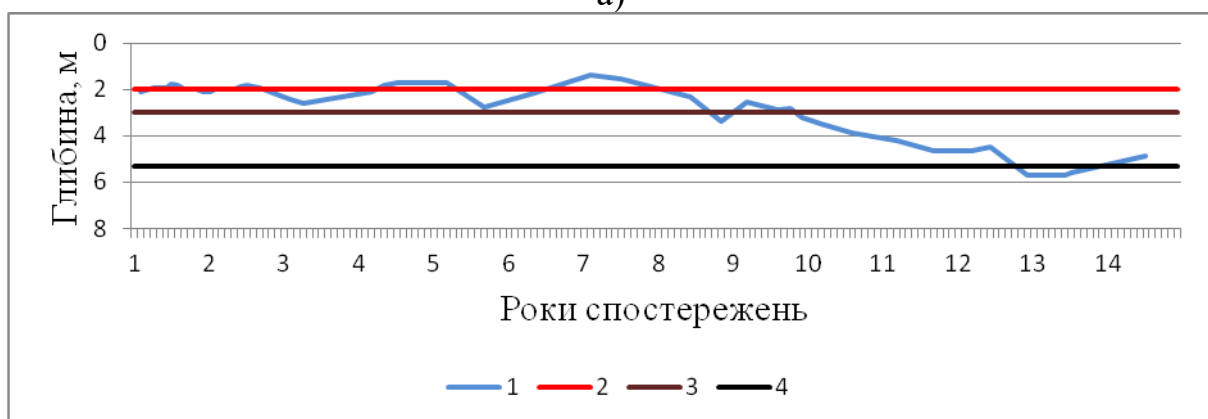
У 2016-2017 рр. було проведено обстеження систем дренажу. Проведено збір інформації про системи зрошення і дренажу, їхні параметри та конструкції, глибини залягання ґрунтових вод в багаторічному розрізі. Визначено показники працездатності дренажу. Для цього побудовано графіки рівнів ґрунтових вод, на які наносяться лінії глибин залягання дрен та колекторів (рис. 1). Ефективність роботи дренажу оцінювалась для різних умов зрошення: в населеному пункті, на масиві і в приканальній зоні. Контрольні свердловини знаходяться переважно в районі центру ДМ «Фрегат».

За даними обстеження та опрацювання матеріалів багаторічних режимних спостережень, встановлено, що застосування закритого горизонтального дренажу глибокого закладання с тривалим терміном експлуатації на зрошуваних масивах і в сільських населених пунктах загалом забезпечує надійне водовідведення та стабільну гідрогеолого-меліоративну ситуацію. Загроза проявів підтоплення спостерігається у приканальних зонах та у районі підключення ДМ «Фрегат» та в населених пунктах з горизонтальним дренажем примусового типу. Для забезпечення стабільної гідрогеолого-меліоративної ситуації виникає необхідність удосконалення дренажних систем.

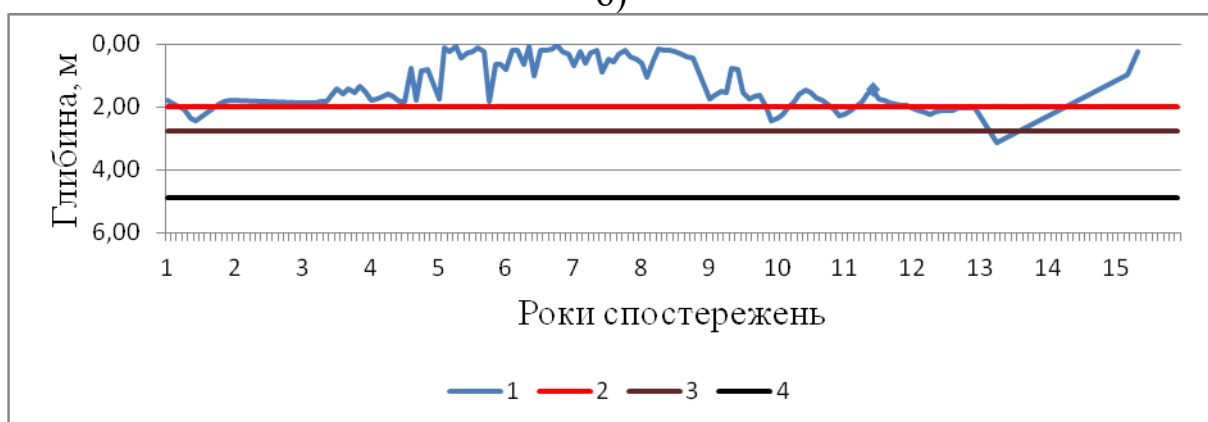
На основі аналізу проектної документації та досвіду експлуатації горизонтального дренажу на дослідно-виробничий ділянці розроблено пропозицію щодо переведення дренажу населеного пункту Хрестівка Чаплинського району Херсонської області на самопливний режим роботи за допомогою підключення глибокої дрени і підключення її до існуючої системи горизонтального дренажу.



а)



б)



в)

Рисунок 1 Динаміка глибин залягання рівня ґрунтових вод (за даними Каховської ГГМЕ):

а – с. Хрестівка (свердловина №2224) , б – масив зрошення (свердловина №3808), в – приканальна зона, центр ДМ «Фрегат» (свердловина №3508):

1 – режим рівнів ґрунтових вод, 2 – критична глибина рівня ґрунтових вод; 3 – глибина закладання дрени; 4 – глибина закладання колектора

Розвиток та відновлення зрошення в південних областях України вимагає використання існуючих дренажних систем різного типу на основі оцінки їхнього стану, подовження терміну експлуатації, підтримання у

робочому стані, модернізацію, удосконалення та розширення площ за необхідності.

УДК 631.6

КОЛЕКТОРНО-ДРЕНАЖНА МЕРЕЖА НА МЕЛІОРОВАНИХ ЗЕМЛЯХ ТА ЇЇ ФУНКЦІЇ

Д.П. Землянська

Інститут водних проблем і меліорації, м. Київ,
e-mail: darya.zemlanika@gmail.com

Колекторно-дренажна мережа (КДМ) – відноситься до однієї із основних частин меліоративних систем на перезволожених та зрошуваних землях, яка призначена для забезпечення сприятливого водного та водно-сольового режиму ґрунтів з метою збереження і поліпшення їх родючості, створення оптимальних умов розвитку сільськогосподарських культур та захисту територій від затоплення, підтоплення, засолення та інших негативних екзогенних та ендегенних проявів [1,2].

Колекторно-дренажна мережа складається із дренажів, колекторів та водоприймачів, розташування яких узгоджується із рельєфом місцевості, інженерно-геологічними умовами, елементами меліоративної системи, межами полів і господарств, дорогами, підземними комунікаціями.

Залежно від призначення і розташування на КДМ розрізняють систематичний, вибірковий та лінійний дренажі. В умовах систематичного дренажу основну частину мережі складають дренажі, в умовах вибіркового – колектори. У гумідній зоні питома протяжність дренажів становить до 500 м/га (відстань між дренажами 20 м), в зоні зрошення – 50 м/га (відстань між дренажами 200 м). Дренажі влаштовують переважно закритими, рідше відкритими.

Колектори та водоприймачі призначені для транспортування паводкових, скидних і дренажних вод та виконують дренажну функцію. Питома протяжність колекторів досягає 10-15 м/га. Колектори та водоприймачі влаштовують переважно відкритими. Загальна протяжність Ширванського колектора в Азербайджані склала 216 км, Центрального Голодностепського в Узбекистані – 150 км [3,4].

Нині ефективність роботи дренажу добре вивчена у широкому діапазоні дренажних ґрунтів та гідрогеологічних умов. Водночас ефективність водовідведення та дренажна дія колекторів залишаються ще недостатньо встановленими. В окремих випадках колектори за рахунок власної роботи забезпечують до 40-80 % дренажного стоку. Висока дренажна дія відкритих колекторів пояснюється тим, що вони прокладаються через найнижчі ділянки місцевості і працюють зі

значними напорами, які виникають за рахунок різниці відміток рівня ґрунтових вод на вододілі та рівнем води у колекторах.

У зоні зрошення Північно-Кримського каналу в межах Херсонської області колекторна мережа відсутня. Для захисту від затоплення і підтоплення сіл Тарасівка та Великі Копані запропоновано влаштування Дніпровського колектора протяжністю біля 37 км, який забезпечить самопливне водовідведення та підвищить інтенсивну дренаваність території (рис. 1).

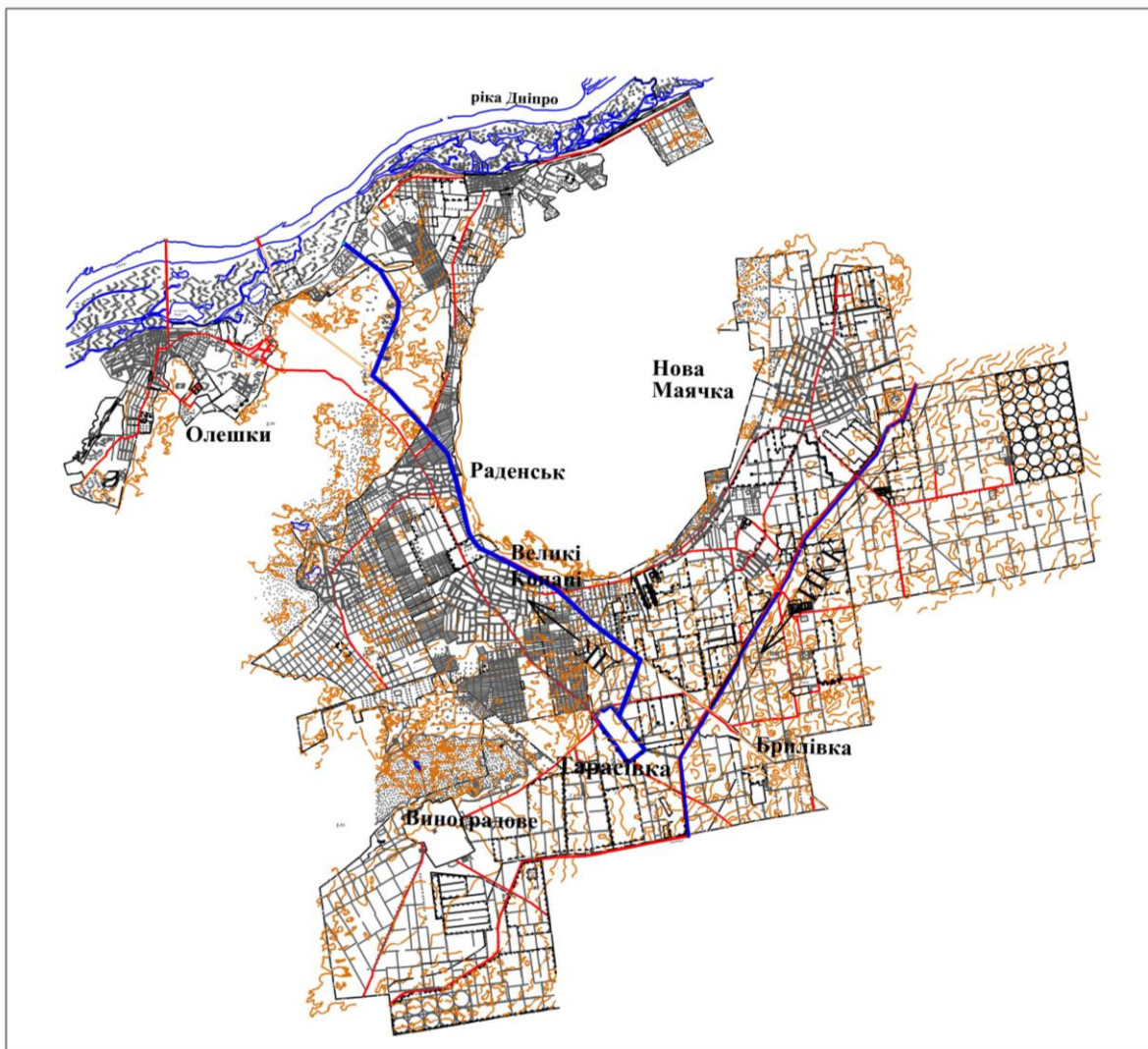


Рисунок 1. Схема Дніпровського колектору в зоні зрошення Північно-Кримського каналу

На Каховській зрошувальній системі колекторна мережа вкрай обмежена, слабо охоплює природні балки. Найбільші колектори прокладені на узбережжі оз. Сиваш, що послаблює дренаваність великого зрошуваного масиву (рис.2). Крім того на масиві передбачена енергозатратна система водовідведення. На Сірогозькій зрошувальній системі КДМ не реалізована на практиці. Існує проект колектора, траса якого прокладена через великі поди.

В гумідній зоні КДМ розглянуто на прикладі системи “Шапарня” в районі с. Підгірці Обухівського району Київської області (рис. 3). Система охоплює площу близько 1000 га і представлена мережею колекторів і дрен відкритого типу, які утворюють на території систематичний дренаж. Осушувальна мережа включає 20 польових дрен, загальною протяжністю 17570 м.

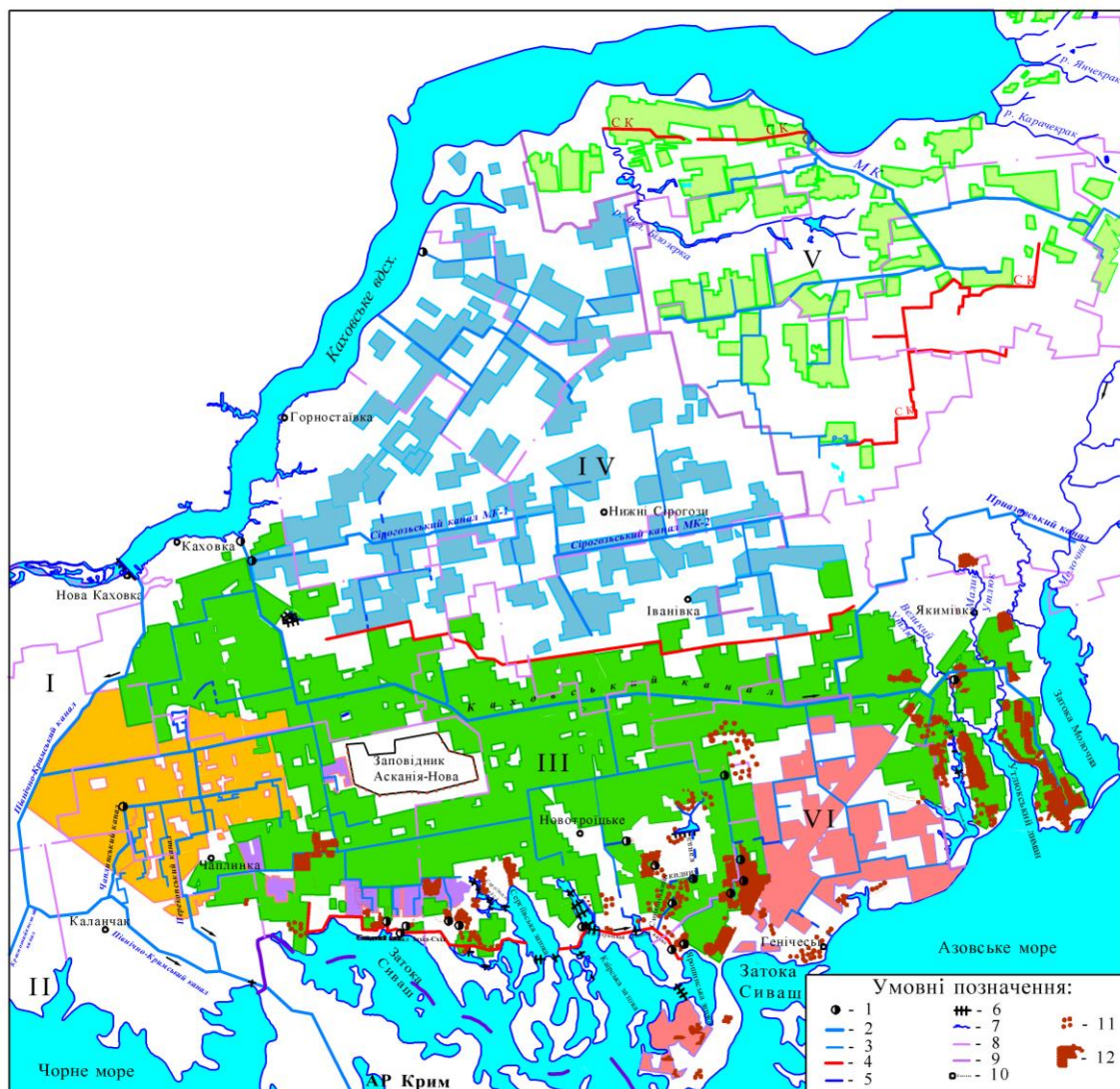


Рисунок 2. Схема зрошення і дренажу на масиві Дніпро - Молочна:
 I - VI - зрошувальні системи (I - Північно-Кримська, II - Краснознаменська, III - Каховська, IV - Сірогозька, V - Північно-Рогачицька, VI - Генічеська), 1 - насосна станція; 2, 3, 4 - зрошувальні канали; 5 - скидні канали; 6 - греблі; 7 – річка; 8 - границя районів; 9 - границя області; 10 - вертикальний дренаж; 11 - горизонтальний дренаж.

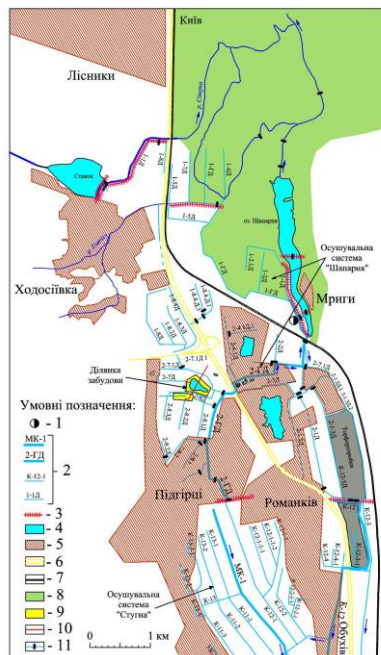


Рисунок 3. Схема розташування ділянки забудови на території меліоративних систем:

1 - дренажна насосна станція; 2 - осушувальні канали; 3 - водозахисна дамба; 4 - озеро; 5 - населений пункт; 6 - автомобільна дорога; 7 - залізниця; 8 - ліс; 9 - ділянка забудови; 10 - гідрогеологічні створи; 11 – трубчатий регулятор на каналі.

Встановлено, що ефективність роботи КДМ цілком залежала від функціонування насосної станції. Вихід станції з ладу призвів до утворення підпорів в мережі та істотного зниження ефективності роботи дренажу. Дана система підлягає реконструкції і модернізації.

Відновлення та розвиток колекторно-дренажної мережі на меліорованих землях та прилеглих територіях з урахуванням досвіду експлуатації та результатів досліджень забезпечить надійний захист їх від затоплення і підтоплення.

Список літератури:

1. Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на орошаемых землях. Нормы проектирования. ВСН – 33.2.2.03 – 86. – М.: 1987. – 115 с.
2. Руководство по проектированию осушительных систем в Украинской ССР. НТД 33.63 – 074 – 87. – К.: Укргипроводхоз, 1987. – 529 с.
3. Горизонтальный дренаж орошаемых земель / В.А. Духовный, М.Б. Баклушин, Е.Д. Тomin., Ф.В. Серебrennikov. – М.: Колос, 1979. – 255 с.
4. Полад-заде П.А., Грищенко Н.С., Чаталбашев П.П. Опыт строительства крупных каналов / П.А. Полад-заде, Н.С. Грищенко, П.П. Чаталбашев; Под ред. П.А. Полад-заде. – М.: Колос, 1982. – 208 с.

ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

УДК 628.623

АНАЛІЗ СТАНЦІЙ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД В СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ І ШЛЯХИ ЇХ УДОСКОНАЛЕННЯ

Я.Б. Мосійчук

Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ, Україна,
e-mail: y.mosiichuk@gmail.com

Вступ. Сучасні світові напрями у вирішенні проблеми забруднення стічними водами направлені на відродження природних водних екосистем, призупинення їх забруднення внаслідок діяльності людини (що призвело до погіршення якості води для водокористування), а також створення новітніх технологій доочищення стічних вод і раціонального їх використання з врахуванням вимог екологічної безпеки.

Вплив на екологію, пов'язаний із скиданням стічних вод, досліджують на світовому рівні в ряді наукових закладів Північної Америки та країн Європи, в тому числі, в Україні.

Основними забруднювачами водних ресурсів є стічні води міст, промислових підприємств, тваринницьких комплексів. Згідно огляду літературних джерел останніх десятирічь значно збільшилось техногенне навантаження на довкілля, в тому числі з антропогенних впливів найбільшої шкоди завдає скидання стічних вод у водойми. Останнім часом сталою характеру набула тенденція зниження ефективності роботи очисних споруд, що зумовлена зношеністю устаткування, його низьким технологічним рівнем, значною енергозалежністю.

Головним напрямком вирішення даної проблеми є удосконалення очистки стічних вод з метою використання їх у замкнених системах агропромислового комплексу та застосування їх для зрошення після відповідної їх підготовки та переробки з метою використання в сільськогосподарському виробництві. При застосуванні прогресивних технологій очистки стоків досягається безвідходна технологія виробництва та здійснюється використання екологічно безпечних добрив, виготовлених з твердих відходів стічних вод, таких як мул та відходи твердих комплексів.

Особливості стічних вод в сільській місцевості. Стічні води сільських населених пунктів утворюються як суміш фекальних мас і стоків господарсько-побутових та промислових приміщень. За складом ці води відносно однорідні. Вони містять органічні і мінеральні домішки, мають високу біологічну активність, часто забруднені яйцями гельмінтів. У цих водах знаходяться приблизно 58% органічних і 42% мінеральних речовин. До них відносять сполуки азоту, фосфору, кальцію, магнію,

натрію, гідрокарбонатів, хлоридів, сульфатів, і багатьох інших хімічних елементів.

Внаслідок вмісту в стічних водах азотистих, фосфорних, калійних з'єднань вони мають певну удобрювальну цінність, оскільки при використанні для зрошення сприяють підвищенню врожайності технічних сільськогосподарських культур.

Також очищені господарсько-побутові стічні води повинні бути знезаражені. Можливість використання їх для зрошення технічних культур у санітарно-гігієнічному відношенні в кожному конкретному випадку вирішується органами санітарно-епідеміологічної служби на підставі проведених аналізів.

Очищення стічних вод в локальних системах каналізації має свої специфічні особливості, які полягають в тому, що витрати стічних вод і склад маси забруднень в них різко коливаються протягом доби, а експлуатація очисних споруд здійснюється, як правило, в умовах відсутності висококваліфікованого персоналу.

Тому установки малої продуктивності для очищення таких стоків повинні бути прості і надійні в експлуатації, мати невелику вартість і забезпечувати нормативну якість очищеної води при невеликих експлуатаційних витратах.

Аналітичний огляд станцій очищення стічних вод невеликих об'ємів водоспоживання. Розробкою даних технологій займаються вчені усього світу. На ряді з Україною даною тематикою займаються вчені Російської Федерації, Сполучених Штатів Америки, Канади та Китайської народної республіки. Тенденція розвитку була направлена на вдосконалення існуючих технологій з мінімальними кількостями відходів очищення. Так, у м. Бостон, США, розроблений патент на метод обробки стічних вод та осадов, що дозволяє мінімізувати утворення мулу, зменшити поглинання поживних речовин, використовуючи анаеробний резервуар з перемішуванням. Основним нововведенням є реактор із бічним потоком, що забезпечує аноксичні та анаеробні умови. Установка має дистанційні датчики, які контролюють зниження окисно-відновлювального потенціалу на різних рівнях. Згідно досліджень автора патенту, запропонована конструкція біореактора забезпечує значне спрощення споруди, зменшення об'єму осаду та покращення видалення азоту і фосфору без необхідності додавання органічного вуглецю. Проте дані установки є дорогими як при влаштуванні, так і в експлуатації. Технології очищення стічних вод в локальних системах каналізування повинні базуватись на використанні сил природи, а саме тяжіння, взаємодії мікроорганізмів між собою, влаштуванні біологічних та фільтраційних споруд.

Обґрунтування доцільності застосування волокнисто-пінополістирольних фільтрів для доочищення і повторного використання стічних вод. Інтенсифікувати процес доочищення стічних вод фільтруванням можливо шляхом застосування ефективних фільтруючих матеріалів з розвинутою поверхнею фільтрувальних

елементів, які здатні взаємодіяти зі стічною водою, затримуючи домішки без застосування реагентів, а також забезпечувати можливість їх регенерації вихідною водою при зменшенні енерго- і трудовитрат.

Фільтри з різного роду завантаженнями є досить доступні та економічні і знаходять широке застосування при глибокому доочищенні стічних вод після біологічної або фізико-хімічної очистки. Практичний досвід експлуатації показав, що фільтри здатні видаляти зі стічних вод до 90-95% завислих речовин і знижувати до 50-70% їх БСК.

До таких фільтрувальних елементів належать волокнисті і легкі плаваючі матеріали (пінополістирол, подрібнений пінопласт тощо).

Для удосконалення технології очищення господарсько-побутових стічних вод в локальних системах сільськогосподарської каналізації запропоновано здійснити заміну технологічних процесів відстоювання води у відстійниках на висхідне її фільтрування через плаваюче фільтрувальне завантаження, а також замінити важке завантаження в біофільтрах на більш ефективне тонковолокнисте завантаження з капронових ниток.

Поставлена задача вирішується шляхом уведення в технологічну схему очищення стічної рідини контактено-прояснювальних фільтрів (КПФ) з легким плаваючим фільтрувальним завантаженням та біореактора (БР) з волокнистим завантаженням.

У зв'язку з цим подальшою задачею є встановлення конструктивних та технологічних параметрів роботи очисних споруд, а саме: встановлення товщини завантаження, гранулометричного складу та товщини шару плаваючого фільтрувального завантаження, висоту волокнистого завантаження, ефективність очищення стічних вод, що надходять на фільтрування, швидкість фільтрування, тривалість фільтроциклу, інтенсивність та тривалість промивки фільтрів, а також розробити рекомендації для пусконаладочних робіт.

У сучасних умовах, при різкому дефіциті органічних добрив в Україні, слід максимально використовувати очищені та знезаражені стічні води для зрошення та удобрення кормових культур, зокрема багаторічних трав, кукурудзи, буряка кормового та ін. з дотриманням санітарно-гігієнічних умов згідно з технологіями їх вирощування та використання.

Висновок. Таким чином, для економного витрачання водних, матеріальних і енергетичних ресурсів при забезпеченні споживачів в сільській місцевості водою заданої якості під необхідним напором та мінімізації скидання очищених стічних вод в природні водойми, при забезпеченні належного захисту довкілля необхідно обґрунтувати замкнені системи водокористування для підприємств агропромислового комплексу, розташованих в сільській місцевості, склад і конструкції споруд для глибокого очищення та повторного використання стічних вод і осадів для технічного водопостачання, а також для зрошення і удобрення сільгоспкультур на підприємствах АПК.

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОД У КАНАЛІ ДНІПРО-ДОНБАС ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВОДООБМІНУ

В.І. Рожко

Інститут водних проблем і меліорації НААН, Україна, м. Київ
e-mail: victoria_ro@ukr.net

Постановка задачі. Води каналу Дніпро-Донбас є одним із джерел водопостачання для потреб міста Харків та області, а також для зрошення та підтримки водності річки Сіверський Донець [1]. При цьому канал повинен забезпечити достатню кількість води відповідної якості для потреб питного водопостачання, яка залежить від природних факторів його формування та характеризується підвищеними показниками жорсткості води річок і струмків, що впадають у нього [2].

Ставиться задача екологічної оцінки якості води, яка надає інформацію про воду як складову водної екосистеми і важливу частину природного середовища людини. Загальні вимоги і єдині критерії екологічної оцінки якості води є основою для з'ясування тенденцій змін якості вод у каналі Дніпро-Донбас у часі і просторі, визначення впливу антропогенного навантаження [3].

Системне оцінювання якості води за методикою екологічної оцінки. Екологічна оцінка якості води надає інформацію про воду як складову водної екосистеми і важливу частину природного середовища людини. На основі єдиних екологічних критеріїв проведена оцінка змін стану водних ресурсів та виконано порівняльний аналіз якості вод на окремих ділянках каналу Дніпро-Донбас при проведенні водообміну у 2012 році відповідно до Методики [3]. Дослідження проводилися за трьома блоками спеціалізованих класифікацій: блок сольового складу, блок трофо-сапробіологічних критеріїв та блок специфічних речовин токсичної та радіаційної дії, за середніми та максимальними (найгіршими) значеннями показників двох періодів: квітень-червень (до водообміну) і вересень-листопад (після проведення водообміну) [4].

Оцінка якості вод за першим блоком (показники сума іонів, хлориди, сульфати), розрахунок за індексами сольового складу ($I_{1сер}$, I_{1max}) показала, що вода каналу Дніпро-Донбас за середніми і найгіршими величинами I_1 знаходиться в межах ($1,0 \leq I_1 \leq 6,0$) та належить до 4-го класу 6-ї категорії.

Величина мінералізації у каналі розподілена нерівномірно, спостерігається її збільшення від с. Шульгівка (277 мг/дм³) і до с. Грушеваха (1875 мг/дм³). За критерієм мінералізації переважна більшість вод каналу належить до 1-3 категорії I-II класів.

Води характеризуються як перехідні за якістю від «посередніх», «помірно забруднених» до «поганих», «брудних» за $I_{1сер}$ та «поганих», «брудних» за I_{1max} . Максимальні значення блокових індексів сольового

складу із встановленим значенням ($I_{1\max}=5,0-6,0$) зафіксовано на ділянці від с. Орілька до с. Грушеваха. При цьому найгіршими виявилися значення показника сульфатів, величини яких коливаються в межах від 27,8 до 1337 мг/дм³.

Значення індексів трофо-сапробіологічних (еколого-санітарних) показників змінюються в межах: для середніх значень $3,0 \leq I_{2\text{сер}} \leq 3,7$; для максимальних $3,1 \leq I_{2\max} \leq 4,2$.

За класифікацією води каналу Дніпро-Донбас належать до 2-го та 3-го класів 3-ї та 4-ї категорії і характеризуються як «добрі», «досить чисті», перехідні за якістю від «добрих», «досить чистих» до «задовільних», «слабко забруднених», і «задовільні», «слабко забруднені». Найгірші значення за трофо-сапробіологічними показниками було зафіксовано у пункті спостережень р. Орілька, міст, 1,50 км від гирла, за показником фосфору фосфатів та розчиненого кисню.

Значення індексу специфічних показників токсичної і радіаційної дії коливаються в межах $2,33 \leq I_{3\text{сер}} \leq 3,00$ і $2,33 \leq I_{3\max} \leq 3,00$. Води каналу належать до 2-го класу 2-ї та 3-ї категорій і характеризуються як «добрі», «досить чисті».

На другому рівні ієрархії проведена оцінка за блоковими індексами класів та категорій вздовж каналу Дніпро-Донбас. Характерною особливістю проведених розрахунків є високий рівень забруднення сольовим блоком, зокрема за показником сульфатів (7 категорія).

На третьому рівні ієрархії в результаті осереднення відбувається подальше пониження рівня забруднення за зведеними екологічними індексами до 2-4 категорій II-III класів.

За результатами розрахунків екологічної оцінки якості води за трьома блоками показників встановлено, що до проведення водообміну у 2012 р. води у каналі Дніпро-Донбас на ділянці від с. Шульгівка до м. Перещепино за рядом показників характеризуються як «добрі», «досить чисті». У Орільському водосховищі та р. Орілька якість вод різко погіршується до «задовільних», «слабко забруднених». На ділянці від Краснопавлівського водосховища до с. Грушеваха води каналу відносяться до перехідних за якістю від «добрих», «досить чистих» до «задовільних», «слабко забруднених». Результати проведених розрахунків до водообміну у каналу Дніпро-Донбас наведено у табл.1.

В період після проведення водообміну у каналі спостерігається пониження концентрації (мг/дм³) середніх та максимальних значень показників блоку сольового складу. За показником суми йонів та хлоридів якість вод на ділянці від с. Шульгівка до с. Орілька належить до першої категорії якості, а на ділянці від Орільського водосховища і до скиду у р. Сіверський Донець – до 3 і 4 категорій, однак за показником сульфатів залишається в межах 7 категорії якості.

Синхронно із зниженням концентрації значень показників блоку сольового складу відбувається зниження концентрацій значень показників трофо-сапробіологічного блоку та блоку специфічних речовин токсичної

дії, але категорії якості залишаються таким ж як до проведення водообміну. Результати проведених розрахунків після водообміну у Краснопавлівському водосховищі наведено у табл. 2.

Таблиця 1 Оцінка класів, категорій та субкатегорій якості води, її вербальна екологічна оцінка за середнім значенням блокових індексів у системі каналу Дніпро-Донбас у період до проведення водообміну

Місце відбору проби	Абсолютне значення показника ІЕ сер	Клас якості води	Категорії якості води	Середні значення блокових індексів	Позначення відповідної субкатегорії якості води	Словесна характеристика субкатегорій якості води
с. Шульгівка, 0,5 км нижче Головного водозабору каналу Дніпро-Донбас	2,47	2	2	2,26-2,50	2(3)	Дуже добрі, "чисті" води з тенденцією наближення до категорії "добрих", "досить чистих".
м. Перещепино, 109 км каналу, водозабір на м. Перещепино	3,24	2	3	3,00-3,25	3	"Добрі", "досить чисті" води.
с. Орілька, Орільське водосх., шлюзовий попуск, 170,0 км каналу	3,89	3	4	3,76-3,99	4(3)	"Задовільні", "слабко забруднені" води з ухилом до "добрих", "досить чистих"
р. Орілька, 181,0 км каналу, міст, 1,5 км від гирла	4,01	3	4	4,00-4,25	4	"Задовільні", "слабко забруднені" води
Краснопавлівське водосх., верхній б'єф, водозабір на м. Харків, 214,0 км каналу	3,54	3	4	3,51-3,75	3-4	Води, перехідні за якістю від "добрих", "досить чистих" до "задовільних", "слабко забруднених".
Краснопавлівське водосх., нижній б'єф, 215 км	3,44	2	3	3,26-3,50	3(4)	"Добрі", "досить чисті" води з тенденцією наближення до "задовільних" "слабко забруднених"
с. Грушеваха, 256,0 км каналу, скид у р. Сіверський Донець	3,64	3	4	3,51-3,75	3-4	Води, перехідні за якістю від "добрих", "досить чистих" до "задовільних", "слабко забруднених".

Таблиця 2 Оцінка класів, категорій та субкатегорій якості води, її вербальна екологічна оцінка за середнім значенням блокових індексів у систему каналу Дніпро-Донбас у період після проведення водообміну

Місце відбору проби	Абсолютне значення показника ІЕ сер	Клас якості води	Категорії якості води	Середні значення блокових індексів	Позначення відповідної субкатегорії якості води	Словесна характеристика субкатегорій якості води
с. Шульгівка, 0,5 км нижче Головного водозабору каналу Дніпро-Донбас	2,47	2	2	2,26-2,50	2(3)	Дуже добрі, "чисті" води з тенденцією наближення до категорії "добрих", "досить чистих".
м. Перещепино, 109 км каналу, водозабір на м. Перещепино	2,33	2	2	2,26-2,50	2(3)	Дуже добрі, "чисті" води з тенденцією наближення до категорії "добрих", "досить чистих".
с. Орілька, Орільське водосх., шлюзовий попуск, 170,0 км каналу	2,30	2	2	2,26-2,50	2(3)	Дуже добрі, "чисті" води з тенденцією наближення до категорії "добрих", "досить чистих"
р. Орілька, 181,0 км каналу, міст, 1,5 км від гирла	4,19	3	4	4,00-4,25	4	"Задовільні", "слабко забруднені" води

Краснопавлівське водосх., верхній б'єф, водозабір на м. Харків, 214,0 км каналу	3,10	2	3	3,00-3,25	3	"Добрі", "досить чисті" води
Краснопавлівське водосх., нижній б'єф, 215 км	3,34	2	3	3,26-3,50	3(4)	"Добрі", "досить чисті" води" з тенденцією наближення до "задовільних" "слабко забруднених"
с. Грушеваха, 256,0 км каналу, скид у р. Сіверський Донець	4,20	3	4	4,00-4,25	4	"Задовільні", "слабко забруднені" води.

Висновки. За результатами порівняльного аналізу стану водних ресурсів до та після проведення водообміну у каналі Дніпро-Донбас, встановлено покращення якості вод у період після проведеного водообміну на ділянці каналу від с. Шульгівка до Орільського водосховища від «добрих», «досить чистих» та «задовільних», «слабко забруднених» до «дуже добрих», «чистих» з тенденцією наближення до категорії «добрих», «досить чистих». У створі р. Орілька, 1,5 км вище гирла, після проведення водообміну якість вод залишилася «задовільною», «слабко забрудненою». У Краснопавлівському водосховищі відмічається зменшення значення екологічного індексу I_E і покращення якості вод від перехідних за якістю від «добрих», «досить чистих» до «задовільних», «слабко забруднених» до категорії «добрі», «досить чисті». У с. Грушеваха якість вод залишилася такою ж як у період до водообміну, води характеризуються як «задовільні», «слабко забруднені».

Проведені розрахунки екологічної оцінки якості вод за трьома блоками показників дозволили виявити забруднюючі речовини, якість води за якими відноситься до шостої і сьомої категорії. Систематично високий рівень забруднення вод в системі каналу встановлено за вмістом сульфатів та показником прозорості. Розрахунками встановлено, що води каналу Дніпро-Донбас за встановленими показниками характеризуються за станом як «погані» та «дуже погані», а за ступенем чистоти як «брудні» та «дуже брудні».

Список використаних джерел

1. Бережний І. Водообмін на Краснопавлівському водосховищі: подробиці / Ігор Бережний. // "Слобідський край". – 2012. – №84.
2. Рожко В.І., Ковальчук П.І. Аналіз якості води для питного водопостачання в системі каналу Дніпро-Донбас/ Меліорація і водне господарство. – 2016. № 103
3. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П.Оксіюк [та ін.]. –К.: Символ-Т, 1988.-28с.
4. Яцик А.В. Д 70 Досвід використання «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (пояснення, застереження, приклади) / [А.В. Яцик, В.М. Жукинський, А.П. Чернявська, І.С. Єзловецька]. - К.: Оріяни, 2006. - 60 с.

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ТА ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ І МЕЛІОРОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

УДК 631.415.2: 631.58

ВИРОЩУВАННЯ ВЕРБИ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ НА ОСУШУВАНИХ ЗАПЛАВНИХ ҐРУНТАХ ХАРКІВЩИНИ

А.С. Холодна

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства і агрохімії
ім. О.Н. Соколовського», м. Харків, e-mail: lonakalt@gmail.com

Останнім часом, через низку природних катаклізмів (зміна клімату, аридизація земель, парниковий вплив, поступова зміна полюсів і ін.) та антропогенних навантажень (зведення лісів, надмірне розорювання земель, занепад іригаційних споруд та систем) призвели до розвитку небажаних деградаційних процесів у ґрунтовому покриві. Внаслідок цього значно збільшились площі осушуваних маргінальних земель з деградованим ґрунтовим покривом, які конче потребують уваги та запровадження управлінських заходів, з метою повернення їх до господарського колообігу.

В зазначеному аспекті інноваційним перспективним напрямком є біологічна рекультивація за рахунок вирощування специфічних енергетичних культур, наприклад – верби енергетичної, через її здатність продукувати значну кількість вегетативної маси на низькоякісних ґрунтах. З метою визначення закономірностей зміни екологічних та біологічних властивостей і продуктивності осушених заплавних ґрунтів, за умови вирощування верби енергетичної і без неї в заплаві р. Вільховатка Ново-Водолазького району Харківської області були закладені польові досліді. Досліджувані ґрунти – лучний алювіальний важкосуглинковий та вторинно-заболочений лучно-болотний алювіальний важкосуглинковий.

В якості індикаторів зміни еколого-біологічного стану осушуваних заплавних ґрунтів використано активність протеази, чисельність орибатид та колембол.

Влітку, в червні місяці, з дослідних ділянок з глибини 0-20 см були відібрані проби ґрунту для подальшого визначення біологічних показників – кількості ґрунтових безхребетних та протеазної активності.

Динаміка зміни протеазної активності під вербою енергетичною, загалом, мала позитивний результат.

Порівняно з контролем, активність протеази влітку зросла на 10,34 на лучному й на 48,14 % на вторинно-заболоченому лучно-болотному ґрунті р. Вільховатка відносно до контролю, що становив 44,96 та 35,27% відповідно.

Щодо активності протеази у міжряддях верби, на лучному алювіальному ґрунті цей показник перевищив навіть в зоні під рослиною та становив 95,67%. На вторинно-заболоченому лучно-болотному ґрунті протеазна активність влітку 2017 року у міжряддях була вищою за контроль та нижчою ніж під рослинами.

Восени динаміка активності протеази під вербою енергетичною на обох ґрунтах була такою ж, як і влітку. Найвищу протеазну активність було зафіксовано на лучному алювіальному важкосуглинковому ґрунті – 87,26%, дещо нижче на вторинно-заболоченому лучно-болотному – 86,05 %. Щодо активності ферменту у міжряддях верби, на цьому ґрунті вона була така ж сама, як і на контролі; на 10,84 % вищою за варіант з рослиною на лучному алювіальному ґрунті.

Сезонні коливання мали в більшій мірі стабільну динаміку до зростання протеазної активності у варіантах під рослинами порівняно з контролем та міжряддям.

Крім того, було визначено кількість ґрунтових безхребетних – орибатид та колембол.

Коливання чисельності безхребетних не були настільки великими, проте кількість орибатид влітку була найбільшою саме у варіанті з вербою енергетичною. Восени кількість орибатид на лучно-болотному алювіальному ґрунті зросла з 373 до 3067 екз/м². В цілому спостерігалось зростання кількості орибатид наприкінці вегетаційного періоду з максимальним значенням під рослинами та мінімальним на контролі).

Як і можна передбачити, популяції колембол зазнали такого ж впливу. З часом чисельність колембол збільшилась з початку літа до початку осені, при чому максимальна їх кількість, так само, була безпосередньо під рослинами верби енергетичної, а мінімальна на контролі.

Загалом, верба енергетична за час свого зростання позитивно вплинула на біологічні властивості обраних осушених ґрунтів, що свідчить про можливість її культивування для подальшого раціонального використання й рекультивації останніх.

ФОРМУВАННЯ РОДІЮЧОСТІ І ПРОДУКТИВНОСТІ СУХОСТЕПОВИХ МЕЛІОРОВАНИХ ҐРУНТІВ В УМОВАХ РЕГІОНАЛЬНИХ ЗМІН КЛІМАТУ

О.В.Морозов, В.В.Морозов, Н.В.Безніцька

ДВНЗ «Херсонський державний аграрний університет», м. Херсон,

e-mail: morozov17041950@gmail.com

В результаті досліджень визначені методичні підходи до оцінки комплексного просторово-часового моделювання неоднорідності зміни агрохімічних властивостей ґрунтів сухостепової зони України (на прикладі Херсонської області) в умовах змін клімату. Здійснено оцінку змін

грунтово-кліматичного потенціалу земель залежно від кліматичних умов та запропоновано їх бонітування, визначено сумарний агрохімічний потенціал ґрунтів сухостепової зони та розроблено їх градацію за здатністю формування стабільних рівнів урожайності зернових культур.

Рекомендовано систему природоохоронних заходів щодо управління землями сільськогосподарського призначення з урахуванням якісної оцінки ґрунтів (у т.ч. зрошуваними землями) для визначення змін потенціалу меліорованих ґрунтів, підвищення інформативності та об'єктивності прийняття управлінських рішень, щодо розробки меліоративних заходів та оптимізації використання сільськогосподарських земель в умовах регіональних змін клімату

За результатом ретроспективного аналізу змін клімату сухостепової зони України за останні 70 років (1945-2015 рр.) визначено багаторічні особливості формування основних кліматичних показників (середньорічної температури повітря, суми річних опадів). Виділені 2 основних періоди формування температури атмосферного повітря (І період–1945-1988 рр., ІІ період–1989-2015 рр.) та три періоди формування атмосферних опадів (І період–1945-1970 рр., ІІ період–1971-1995 рр., ІІІ період–1996-2015 рр.), якими характеризуються індивідуальні циклічні особливості визначених часових процесів.

Створено карти вмісту продуктивної вологи в ґрунтах Херсонської області та визначено основні умови вирощування сільськогосподарських культур за фактичною наявністю продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-20 см:

- для вирощування вимогливих сільськогосподарських культур (кукурудза на зерно, соняшник, картопля, овочі та ін.), для забезпечення вологою: навесні, у західній і північно–західній частинах області рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи характеризується як допустимий. Ця площа охоплює 0,25 млн. га (15% від загальної площі); у напрямі до південного сходу запаси доступної вологи знижуються та характеризуються як недопустимі, площа поширення - 1,45 млн. га, або 85%. Площі з оптимальними умовами вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-20 см – відсутні;

- для вирощування маловимогливих сільськогосподарських культур (пшениця озима, ярий ячмінь, соняшник та ін.): навесні, у західній і північно–західній частинах області рівень середньобагаторічного вмісту продуктивної вологи в ґрунтах знаходиться в оптимальних межах та охоплює площу 0,25 млн. га (14,7% від загальної площі); до південного сходу запас доступної вологи знижується та характеризується як допустимий за площею поширення 1,45 млн. га (85,3%). Площі з недопустимими умовами вирощування сільськогосподарських культур за вмістом продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-20 см – відсутні.

При узагальненні закономірностей змін вмісту гумусу в шарі ґрунту 0-40 см за період 40-45 років визначений безперервний поступовий процес дегуміфікації орних ґрунтів. Застосування інтенсивного зрошення в період 1970-1989 рр. призвело до зменшення вмісту гумусу, в середньому на 0,36% (з 2,56 до 2,20 %). Виявлено зменшення варіабельності і висхідну

поліноміальну залежність збільшення вмісту гумусу в напрямку із заходу на схід і логарифмічну - з півдня на північ.

В результаті досліджень визначено тенденцію зменшення вмісту нітрифікаційного азоту на 17,0 % в шарі ґрунту 0-40 см за 15 років (1998-2012 рр.). Вміст азоту в ґрунтах, який відповідає якісним градаціям від середнього до підвищеного ($>21,0$ мг/кг), є характерним для 47,4% площі земель. Найбільшою питомою вагою земель із середнім – підвищеним вмістом нітрифікаційного азоту характеризується центральна і східна частини області. Збільшення вмісту нітрифікаційного азоту в сухостепових ґрунтах відбувається в напрямку із північного заходу на південний схід.

Встановлено, що в шарі зрошуваних ґрунтів 0-40 см за 40-45 років відбувається зменшення фосфору в середньому на 34,17%. Визначено просторову закономірність зменшення вмісту рухомого фосфору в зазначеному шарі ґрунту в напрямку із південного заходу на північний схід.

За період 1970-2012 рр. визначено тенденцію зменшення вмісту обмінного калію у шарі ґрунту 0-40 см в середньому на 18% (з 442,8 до 363,8 мг/кг). Просторово-графічним аналізом виявлено зменшення варіабельності і висхідну квадратичну залежність збільшення вмісту калію в ґрунтах в напрямку із заходу на схід і зниження з півдня на північ.

На основі узагальнення показників родючості визначено сумарний агрохімічний потенціал ґрунтів області для отримання стабільних урожаїв зернових культур. Встановлено, що 75% земель, які розміщені в північно-західній і південно східній частинах області, мають задовільні і сприятливі умови для вирощування сільськогосподарських культур на 25 % території земель, переважно в південно-західній частині та прибережній зоні річки Дніпро, ґрунти характеризуються незадовільними (20,6 %) і дуже незадовільними (4,4%) агрохімічними властивостями для вирощування зернових культур. Визначено потенційну врожайність зернових культур на сільськогосподарських землях Херсонської області, як типової для сухостепової зони за ґрунтово – кліматичними, ландшафтними та сільськогосподарськими умовами. За результатами просторового моделювання встановлено, що 56,5% земель області можуть забезпечити формування потенційної врожайності зернових культур в межах 1,8-2,6 т/га; 29,77% в межах 1,3-1,8 т/га і 13,74% – 2,6-3,6 т/га. За агрохімічними властивостями сільськогосподарські землі області досить сприятливі для вирощування та отримання стабільних проектних рівнів урожайності зернових культур.

Здійснено оцінку ґрунтово-кліматичного потенціалу земель залежно від кліматичних умов, агрохімічного стану, бонітування і зональності ґрунтів Херсонської області. Створено просторову модель бонітету кліматичного потенціалу на основі просторово-розподілених значень суми активних температур, коефіцієнту зволоження, показника континентальності клімату. Встановлено, що бал бонітету земель для вирощування зернових культур знаходиться в межах 5,5-34,2. Найвищим потенціалом характеризуються ґрунти, що розташовані в центральній, центральньо-східній та північно-західній частинах області із балом бонітету 20,1-34,2, які займають близько 66% території.

Визначено зміни енергетичних витрат на ґрунтоутворення в період

розвитку зрошувальних меліорацій у сухостеповій зоні; сумарна величина витрат енергії на ґрунтоутворення за вегетацію диференційована: на зрошуваних землях—790-910 МДж/м², незрошуваних—265-765 МДж/м². Це призводить до значної варіації граничної потужності гумусового горизонту ґрунтів, у середньому на незрошуваних землях 390 мм (350-430 мм), зрошуваних—605 мм (410-750 мм). Найбільш сприятливі умови для формування ґрунотворного процесу створюються в зоні чорноземів південних.

За встановленими тенденціями кліматичних змін у сухостеповій зоні прогнозується підвищення витрат природної енергії на ґрунотворення до 2040 року на в середньому 80 МДж/м² та зниження іригаційної енергії в середньому в 1,4 рази, що забезпечить стабільне збільшення сумарної енергії природно-антропогенного ґрунотворного процесу в умовах зрошення, у середньому на 38 МДж/м².

Для забезпечення нормованого природоохоронного землеводокористування, планування структури посівних площ, рівнів урожайності та валового збору сільськогосподарських культур; розробки і впровадження меліоративних заходів щодо підвищення родючості ґрунтів сухостепової зони України в умовах регіональних змін клімату запропоновано використовувати розроблену нами класифікацію років та районування території за основними кліматичними показниками.

Для районів зрошуваного землеробства запропоновано спосіб оцінки природно-антропогенного ґрунотворного процесу з урахуванням впливу зрошувальних меліорацій на зміну гідротермічного режиму і прогнозування спрямованості ґрунотворення під впливом зміни кліматичних умов. Результати просторово-часового аналізу, моделювання, прогнозування зональних закономірностей багаторічних змін ґрунтово-кліматичних показників та бонітування ґрунтів рекомендується використовувати при обґрунтуванні системи управління зрошуваними землями та впровадженні організаційних, агромеліоративних, агротехнічних та інженерно-меліоративних заходів.

УДК 631.67.03

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВОДИ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ

**Л.В.Войтенко¹, В.П. Строкаль¹, О.О. Миронюк¹, К.О. Кочин¹,
А.Г.Войтенко²**

¹Національний університет біоресурсів
і природокористування України, м. Київ, Україна;

²Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна
e-mail: larisa.nubip@gmail.com

Актуальність. Глобальні зміни клімату Землі вимагають перегляду підходів до потенціалу зрошуваного землеробства. За оцінкою [1], іригація

може пом'якшити негативну дію кліматичного чинника на сільськогосподарське виробництво як мінімум на 40 %. Тому актуальність комплексної еколого-меліоративної оцінки якості поверхневих та підземних вод для зрошення є актуальною теоретичною та прикладною задачею.

Постановка проблеми. Складність вирішення проблеми полягає в тому, що вимоги до якості води для зрошення включають агрономічні, технічні та екологічні критерії. Наразі в Україні діють два нормативних документи різного рівня валідності, які окремо нормують агрономічні [2] та екологічні [3] критерії, які не узгоджено один із одним.

Традиційно для комплексної оцінки якості іригаційних вод використовують розроблений Департаментом сільського господарства США [4] показник SAR (натрієво-адсорбційне співвідношення) та іригаційний коефіцієнт Стеблера [5]. Обидві методики призначено для оцінювання агрономічних ризиків – засолення, зниження водопроникності ґрунтів, токсичної дії при поглинанні води кореневою системою рослин, при поливі дощуванням.

Слід відмітити, що широке впровадження систем крапельного мікрозрошування, туманоутворення виявило ще одну сторону негативного впливу неякісної води на водорозподільну систему, якщо вона містить підвищену кількість сполук азоту та фосфору, розчиненої органіки, зважених частинок, солей твердості, заліза.

Отже, аналіз даних наукової та нормативної літератури у області нормування якості води для зрошення свідчить про те, що не існує уніфікованої комплексної методики її оцінювання.

Результати та їх обговорення. З урахуванням всіх можливих вимог до якості зрошуваної води – агрономічних, екологічних, технічних, пропонується методика її комплексної оцінки у вигляді так званої узагальненої функції бажаності Харрінгтона (УФБХ). Цей підхід базується на прийомі, який широко використовується для оцінювання самих різноманітних об'єктів – від якості споживчих продуктів, оцінювання ефективності дії лікарських засобів до політичних уподобань суспільства. Окремі фізичні параметри розбиваються на діапазони, які відповідають психофізичній шкалі «дуже добре», «добре», «задовільно», «погано» та «дуже погано». Потім за допомогою нескладних математичних операцій проводиться трансформація фізичного значення параметру якості в безрозмірну величину часткової бажаності d_i , сукупність яких далі об'єднується у вигляді середнього геометричного – УФБХ [6]. Значення шкал часткових бажаностей для води для зрошення наведено в таблиці.

Таблиця 1. Пропоновані діапазони параметрів оцінювання якості води для зрошення

Параметри якості води	Одиниці вимірювання	Значення функції часткової бажаності d_i	
		1,00...0,80 дуже добре	0,80...0,63 добре
Загальний солевміст ¹	мг/дм ³	320-480	481-1000 150-319
Температура ¹	°C	21-16	12-15 22-24
Водневий показник рН ¹	Одиниці рН	6,9-7,0	6,5-6,8 7,1-7,5
Вміст заліза загального	мг/дм ³	0-0,05	0,06-0,20
Каламутність	НОК ² =0,58 (мг/дм ³)	0-5	6-10
SAR ¹	-	2,0-3,0	1,5-1,9 3,1-6,0
Іригаційний коефіцієнт А	-	25,0-18,0	17,9-6,0
Вміст бору В	мг/дм ³	0-0,4	0,4-1,0
Вміст нітратного азоту N-NO ₃ ⁻	мг/дм ³	0-4	5-15

Примітки: ¹ – параметр якості має двостороннє обмеження;

² – нефелометричні одиниці каламутності (NTU).

Закінчення табл.

Параметри якості води	Значення функції часткової бажаності d_i		
	0,63...0,37 задовільно	0,37...0,30 погано	0,20...0,00 дуже погано
Загальний солевміст ¹	1001-3500 100-149	3501-5000 80-99	5001-10000 0-79
Температура ¹	9-11 25-28	7-9 29-31	0-8 32-45
Водневий показник рН ¹	6,1-6,4 7,6-8,5	5,5-6,0 8,6-9,0	3,5-5,4 9,1-11,0
Вміст заліза загального	0,21-1,00	1,01-5,00	5,01-90,000
Каламутність	11-50	52-200	201-5000
SAR	1,2-1,4 6,1-12,0	0,9-1,1 12,1-20,0	0,1-0,8 20,0-40,0
Іригаційний коефіцієнт А	5,9-4,0	3,9-1,2	1,1-0,2
Вміст бору В	1,1-2,0	2,1-5,0	5,0-30,0
Вміст нітратного азоту N-NO ₃ ⁻	16-20	21-30	30-1000

Слід відмітити, що для ряду параметрів (загальний солевміст, водневий показник рН, температура, SAR) діапазони бажаності «добре», «задовільно», «погано» та «дуже погано» представлено двома інтервалами

значень, так як ці показники мають так зване двостороннє обмеження. Так, для показника загального вмісту солей існує оптимальний діапазон значень 320-480 мг/дм³ відповідно до за рекомендацій [4], тоді як і більш високі, й більш низькі значення погіршують якість поливної води. Найбільш дискусійним у методиці комплексної оцінки є питання вибору значень діапазонів, проте наші рекомендації ґрунтуються на наукових та нормативних даних [2-5, 7].

Заключення. Таким чином, розроблена методика комплексної оцінки передбачає одночасне урахування агрономічних, екологічних та технологічних вимог до води для зрошення. Діапазони значень УФБХ відповідають п'яти категоріям:

- «Дуже добре» (1,00...0,80) – якість води відповідає найвищим стандартам, може використовуватися для крапельного зрошення та вирощування культур, чутливих до показників температури та рН, на всіх типах ґрунтів;

- «Добре» (0,80...0,63) – вода придатна для більшості умов зрошення, однак з обережністю може бути використана при крапельному зрошенні; критичними являються величини часткових бажаностей d_i показників каламутності, вмісту загального заліза, загального солевмісту;

- Вода категорії «задовільно» (0,63...0,37) непридатна для крапельного зрошення, за інших умов вона потребує попереднього кондиціонування для покращення критичних показників (як правило, не більше двох-трьох за тими параметрами, що характеризуються найнижчими величинами часткових бажаностей d_i);

- Вода категорії «погано» (0,37...0,20) може бути використана для поливу лише за критичних умов і після глибокого очищення;

- Вода категорії «дуже погано» (0,20...0) внаслідок сильного забруднення чи природних чинників категорично непридатна для іригації. Розроблена методика може бути з легкістю доповнена шляхом введення будь-якої кількості інших параметрів якості (мікробіологічного, радіоактивного забруднення, вмісту важких металів тощо). Вона дозволяє встановити критичні параметри якості, що важливо для вибору методу кондиціонування води.

Алгоритм розробленої методики оформлений у вигляді прикладної комп'ютерної програми по аналогії із калькулятором індексу якості води WQI Calculator [8].

Список літератури

1. Fischer, G. Climate change impacts on irrigation water requirements: Effects of mitigation, 1990-2080 / G. Fischer, F.N. Tubiello, H. Velthuizen [et al.] // Technological Forecasting and Social Change. – 2007. – Vol. 74, Issue 74. – P. 1083-1107.
2. ДСТУ 2730:2015 Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії [Текст]. - На заміну ДСТУ 2730-94 ; Чинний від 2016-07-01. - Київ : УкрНДНЦ, 2016. - III, 9 с. : табл. - (Національний стандарт України).

-
3. Відомчий нормативний документ ВНД 33-5.5-02-97 Якість води для зрошення. Екологічні критерії / Державний комітет України по водному господарству. – Харків, 1998. – 23 с.
 4. Wilcox, L. V. Classification and Use of Irrigation Waters [Electronic resource] : Circular No. 969 United States Department Of Agriculture : Washington, D.C. November 1955. Access mode: https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/20360500/pdf_pubs/P0192.pdf (last access: 17.11.2017). – Title from the screen.
 5. Горев Л.Н. Мелиоративная гидрохимия / Л.Н. Горев, В. И. Пелешенко. – Киев : Вища школа, 1984. – 256 с.
 6. Voitenko, L. The conception of water quality assessment used Harrington's desirability function for different kinds of water consumption / L. Voitenko, V. Kopilevich, M. Strokal // Біоресурси і природокористування. – 2015. – Т. 7, № 1-2. – С. 25-36.
 7. Abbasi, T. Water quality indices / T. Abbasi, S. A. Abbasi. – Amsterdam: Elsevier Science Ltd, 2012. – 384 pp.
 8. Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). Resources. Calculators. Access mode: http://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/calculators.html (last access: 17.11.2017). – Title from the screen.

УДК 631.75(477.75)

ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРОШАЕМЫХ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ЗЕМЕЛЬ КРЫМА

М.В. Вердыш

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма,
г. Симферополь,
e-mail: ekonomika.izpr@gmail.com

Почвенный покров Крымского полуострова характеризуется значительной пестротой и разнообразием. Особенности почвообразовательного процесса в условиях Крыма, а также влияние прилегающих морей и сильно соленого озера Сиваш способствуют распространению явления естественного накопления солей в почве ряде районов Крыма. Однако основной причиной засоления почв является засушливый климат, в условиях которого испарение превышает количество атмосферных осадков, а водорастворимые соли аккумулируются в верхних слоях почвы на слабодренированных и бессточных территориях [1]. С целью обеспечения устойчивого производства сельскохозяйственной продукции, удовлетворения потребностей населения и промышленных предприятий в водных ресурсах на полуострове был создан мощный водохозяйственно-мелиоративный комплекс, основной которого был Северо-Крымский канал (СКК) с забором воды из Каховского водохранилища. С широкомасштабным внедрением орошения изменились условия функционирования всех составляющих природной среды, в том числе происходят изменения в направленности и скорости химических процессов в почве. Результаты

этих изменений могут иметь как положительный (повышение продуктивности сельскохозяйственных угодий), так и отрицательный эффект, проявляющийся в подъеме уровня грунтовых вод (УГВ), переувлажнении и вторичном засолении земель, водной эрозии почв [2].

В 2014 г. подача воды по Северо-Крымскому каналу была значительно ограничена, а позже полностью перекрыта. В результате был практически полностью прекращены поливы из государственных оросительных систем в ряде районов степного Крыма. Учитывая, что как с внедрением, так и с прекращением орошения изменяются условия функционирования всех элементов природной экосистемы, актуальной проблемой является анализ эколого-мелиоративного состояния орошаемых и прилегающих земель в условиях прекращения орошения.

При масштабном орошении водами СКК грунтовые воды поднялись до уровня 1,2-3,2 м в зависимости от рельефа местности, прежде всего на рисовых севооборотах, что в свою очередь способствовало вторичному засолению и осолонцеванию орошаемых земель, а также почв приканальных зон [3]. Основным фактором, влияющим на уровень грунтовых вод является подача воды на орошение. В период 2008-2013 гг. на орошение в Крыму ежегодно подавалось 450-560 млн.м³ воды. Кроме того, инфильтрационные потери при её транспортировке достигали 700 млн м³. Частично проблему подъема уровня грунтовых вод решило строительство дренажа на орошаемых, прилегающих к ним землях и в населенных пунктах на общей площади около 200 тыс.га.

Данные ряда исследований, проведенных в зоне недостаточного увлажнения свидетельствуют, что в условиях прекращения регулярного орошения, или внедрения циклического орошения, а также при переводе земель в богарные и залежные происходит снижение УГВ, частичное восстановление вторично засоленных почв, повышение процента содержания гумуса. В этих исследованиях период, при котором не используется регулярное орошение, составляет не менее 10 лет [4, 5].

Качество воды, используемой для орошения, являются одним из факторов, определяющих мелиоративное состояние поливных земель. Качество воды в основных источниках орошения сельскохозяйственных угодий Крыма характеризуется нестабильностью. По данным Каховской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции, вода в источнике заполнения СКК – Каховском водохранилище в теплый период года характеризовалась повышенным водородным показателем pH (до 8,8), вследствие усиления фотосинтетической активности фитопланктона и водной растительности. Общая минерализация воды в период 1994-2003 гг. колебалась в пределах 0,35-0,45 г/дм³, и имела тенденцию к повышению [6]. Высокое значение водородного показателя периодически фиксировалось в ряде местных водных источников – реках Биюк-Карасу, Альме и других. По классификации ДСТУ 2730-94 «Качество природной вод для орошения. Агрономические критерии», вода в большинстве источников орошения относилась к I и II классам качества и могла использоваться для полива

сельскохозяйственных угодий, в том числе с проведением комплекса мер по предотвращению деградации орошаемых земель.

По данным Крымской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции, на начало вегетационного периода 2016 г. в районах охваченных широкомасштабным и длительным орошением в предыдущий период с залеганием грунтовых вод на глубине менее трех метров (Красноперекопский, Нижнегорский, Первомайский, часть территории Джанкойского и Красногвардейского районов) по сравнению с 2015 г. наблюдалось снижение уровня грунтовых вод на 0,1-0,4 м, а на отдельных участках рисовых севооборотов на 0,9-1,2 м. В зоне действия оросительной системы СКК площади с УГВ < 2 м составили 3560 га, большинство из которых находятся в зоне рисовых севооборотов, что меньше показателя 2015 г. на 6450 га. Часть орошаемых площадей действующих государственных оросительных систем – Тайганской, Бахчисарайской, Салгирской с забором воды из местных водных источников, расположены в предгорной зоне, которая характеризуется повышенной природной дренированностью. Площадь орошаемых земель с УГВ < 2 м в этой зоне в 2016 г. составила 1309 га, незначительно уменьшившись по сравнению с 2015 г. [6]. В данной зоне уровень грунтовых вод определяется природными факторами. В целом, на начало поливного сезона 2016 г., контролируемая площадь составила 1369 тыс.га; площадь земель, с глубиной залегания уровня грунтовых вод до 2 м – 54,0 тыс.га., из них 4,9 тыс.га орошаемых земель. По классификации Кацем Д.М., для условий Крымского полуострова эта глубина залегания является критической, которая способствует развитию процессов вторичного засоления и осолонцевания почв [7]. Этому благоприятствует средняя и сильная минерализация грунтовых вод. Из контролируемой площади (с УГВ<2 м) в 47,7 тыс.га минерализация менее 1 г/дм³ зафиксирована на площади 835 га в долинах малых рек горной и предгорной зон, а также на Южном берегу. В границах орошаемых земель преобладают воды сульфатного и гидрокарбонатного засоления с минерализацией 1-5 г/дм³. На прилегающих землях хлоридные с минерализацией 1-3 г/дм³. В 2016 г. по сравнению с 2010 г. средневзвешенная глубина залегания грунтовых вод на контролируемых площадях увеличилась на 0,16 м.

Гидрохимический состав поливной воды и уровень грунтовых вод оказывают влияние на физиологические процессы растений и на ряд физико-химических процессов в почве, включая вторичное засоление. При обычной системе земледелия, засоленные и осолонцованные почвы малопродуктивны, и их использование нередко является экономически нецелесообразным. На сегодняшний день более 183 тыс. га орошаемых земель на Крымском полуострове расположены на естественно осолонцованных почвах. Преобладает магниевый тип солонцеватости. В зависимости от содержания магния в почвенном поглощающем комплексе осолонцованные почвы делятся на слабо-; средне-; и сильносолонцеватые. Средне- и сильносолонцеватые почвы распространены преимущественно в

Присивашье на площади 31,6 тыс.га. За период 2010-2016 гг. их площадь уменьшилась на 2,86 тыс.га, также зафиксировано уменьшение площадей незасоленных земель. Соответственно, на 3,8 тыс.га увеличилась площадь слабосолонцеватых земель.

Комплексным показателем состояния орошаемых земель является мелиоративное состояние, которое учитывает показатели уровня грунтовых вод, их качества, степень засоления и осолонцевания. По сравнению с 2010 г., в 2016 г. площади угодий с хорошим и удовлетворительным мелиоративным состоянием увеличилась на 5325 га и 3409 га соответственно, за счет значительного снижения уровня грунтовых вод. Вместе с тем, сохраняются площади с неудовлетворительным мелиоративным состоянием по степени засоления, что свидетельствует о необходимости проведения на ряде территорий мероприятий по проведению агротехнической и химической мелиораций.

Исходя из вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

- почвенно-климатические условия Крыма определяют высокий уровень природного засоления в ряде районов полуострова, неблагоприятное эколого-мелиоративное состояние почв усугубляется антропогенным влиянием в виде активного использования, до недавнего времени орошения, значительной распаханности сельскохозяйственных угодий;

- изменения водообеспеченности Крыма проявившиеся в значительном уменьшении водоподачи на орошение начиная с 2014 г. существенно повлияли на водный баланс полуострова, на протяжении 2014-2016 гг. в зоне действия Северо-Крымского канала фиксировалось значительное снижение уровня грунтовых вод; в районах действующих оросительных систем с забором воды из местных водных источников УГВ был более стабильным, изменяясь под влиянием природных климатических факторов;

- средневзвешенные уровни грунтовых вод на большей части контролируемой площади (96%) находятся ниже критических показателей для региона, и имеют тенденцию к дальнейшему снижению при сохранении неизменности условий водообеспечения, за счет превышения суммарного испарения над инфильтрационной подпиткой;

- за период 2010-2016 гг. сохраняется тенденция увеличения площадей засоленных земель, также происходит переход несолонцеватых и сильносолонцеватых земель в слабосолонцеватые;

- в постирригационный период мелиоративное состояние орошаемых земель Крыма имеет тенденцию к улучшению за счет снижения уровня грунтовых вод. В тоже время, возможна деградация почв в районах активного использования капельного орошения минерализованными грунтовыми водами, особенно на естественно осолонцованных почвах. Для устойчивого улучшения состояния почв, на ряде территорий необходимо проведение агро-мелиоративных мероприятий и химических мелиораций,

ЛИТЕРАТУРА

1. Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма. Научная монография. – 2-е изд., доп. – Симферополь: ДОЛЯ, 2004. – 208 с.
2. Титков А.А., Кольцов А.В. Влияние орошения затоплением на мелиоративные условия и почвенный покров Присивашья. – Симферополь: 1995. – 167 с.
3. Панкова Е.И., Новикова А.Ф. Мелиоративное состояние и вторичное засоление орошаемых земель Волгоградской области // Почвоведение. – 2004. № 6. – С. 731-744.
4. Докучаева Л. М., Юркова Р. Е. Изменение направленности почвенных процессов при снижении водной нагрузки на орошаемые земли: Научный обзор – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2012. – 54 с.
5. Орловський М. Якість зрошувальної води Каховського водосховища і магістральних каналів/ М. Орловський, М. Пасека, М. Рябцев // Водне господарство України: Науково-технічний часопис. – Київ: Діуевр. – 2007. – №2. – С. 39-44.
6. Отчеты Крымской гидрогеолого-мелиоративной экспедиции.
7. Кац Д.М. Методические рекомендации по контролю за мелиоративным состоянием орошаемых земель – М.: ВНИИГиМ, 1978. – 49 с.

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

UDK 633.41

COTTON PRODUCTION IN UZBEKISTAN: TECHNOLOGY AND MANAGEMENT

Botir Khaitov, Bekzod Ravshanov, Zukhra Davletova
Plant Science department, Tashkent State Agrarian University, Uzbekistan
100140, st. University 1, Tashkent, Uzbekistan
e-mail: bhaitov@yahoo.com

Introduction. Cotton is the major crop producing in Uzbekistan for decades. Cotton production in this region is greatly suffered by soil salinization and water deficient that requires a lot of effort to grow valuable crop under this harsh climatic environment conditions. After independence of Uzbekistan in 1991, irrigated lands still account for the vast majority of the dominant crop cotton, as well as, increasing wheat production. Cotton production in particular, the net result was a decline in both production and exports of some 50 per cent due both to a reduction in cultivated land and declining yields (Abdullaev et al, 2009).

Uzbek agriculture operates on a relatively small share of arable land, with a dense rural population. More than 60% of the territory is desert, arid, and semiarid areas, and arable land accounts for less than 10% of total area which is about 4.3 million hectares. Since at least two decades main problems in production of cotton in Uzbekistan has been irrigation and salination. It is predicting that in future these problems will be more serious (Qushimov et al, 2007).

Cotton production required an extensive use of chemical fertilizers and pesticides and was accompanied by strong irrigation of fields. This led to the drying up of the Aral Sea and resulted in strongly increased concentrations of chemical pesticides and natural salts. These substances were then blown from the increasingly exposed lake bed and contributed to desertification and water pollution from industrial wastes. The heavy use of fertilizers and pesticides is the cause of increasing soil sanitization and soil contamination from agricultural chemicals.

Humus content in soil decreased over the last decades by 30-40%. The humus content of plow layer had declined by 20 to 45% due to accelerated erosion. Soils with low or very low humus content have occupied about 40% of the total irrigated area. Since desertification is connected mainly with vegetation cover degradation, accelerated wind and water erosion, and secondary

salinization, a vast area of arable land is prone to human-induced desertification, and is rapidly becoming unfit for agricultural production.

Overuse of water resources, problems with crop rotation have led to environmental problems, such as soil depletion, downstream pollution, and ultimately the disastrous decline of the Aral Sea.

After independence Uzbekistan has attempted to diversify agriculture with development of scientific efforts and science-based facility. Major change made to Uzbek agricultural policy after the Independence was driven by a desire to reconsider national food security and achieve grain independence. Uzbek government mandated a shift in production away from cotton and towards wheat. The result was an expansion of the winter wheat area from 620,000 ha in 1991 to 1.3 million ha in 2010 and production reached to 6.7 million ton per year (FAOSTAT Agricultural Data.).

There are two types of cotton (*Gossypium barbadense* L. and *G. hirsutum* L.) produces in the Republic of Uzbekistan, and has a long history of cotton production and crop rotation system.

Uzbekistan currently ranks seventh in total world cotton production, with more than one million metric tons of cotton fiber produced per year, and is fifth in total world cotton export (FAOSTAT Agricultural Data). China is leader in raw cotton fiber production since many decades, cotton production increased gradually years. Following India cotton production increased almost two times last ten years. In USA cotton production slightly decreasing, following Pakistan, Australia and Brazil are becoming great manufacturer of cotton. Cotton production in Uzbekistan slightly decreasing since 1990, than production was 1593,1 compare to 914,6 in 2015.

Challenges in cotton production. After Independence of Uzbekistan, main important goal was the achievement of self-sufficiency in grain. Under conditions of limited water and land resources, however, Uzbekistan could reach this goal only through changes in the structure of land use and productivity increases.

Agriculture of Uzbekistan is facing the great challenges in near future with big environmental problems. Nowadays, to use of proper crop rotation systems are very important issue in front of uzbek scientist. One of the main disadvantages of existing cotton–wheat crop rotation is that it is not maintaining soil quality; instead it is serving to increase some predators of these crops and resulting decrease crop yield gradually.

It is well established that the production of raw cotton per hectare in Uzbekistan in 2007 (2.6 t ha⁻¹) was above world average (2.2 t ha⁻¹), but only 58% of the leading per-hectare-producer Australia (4.4 t ha⁻¹) (FAOSTAT, 2009). Reasons for the lower yields are repeatedly related to the extensive irrigation and subsidized crop production campaigns (e.g., cotton), which encouraged unsustainable agricultural practices, and crop monoculture causing soil degradation, salinization, and waterlogging, and low soil fertility.

Soil salinity. The problem of soil salinization is confounded by the drying off of the Aral Sea, and susceptibility to wind erosion of the vast territories of

the former seabed. Annually 43 million tons of salts are blown out of the Aral Sea basin and spread on 1.5-2.0 million km² causing considerable damage to neighbouring agricultural regions. Soil salinization problems have certainly contributed to difficulty in maintaining, or increasing, cotton productivity. Impact drying of Aral sea and increasing soil salinity are more obviously last years in Uzbekistan. Cotton monoculture impacts, exacerbating problems emerging by the end of the Soviet period, has been land degradation primarily in the form of water logging and salinity.

Dusts from the dried Aral Sea bed that have been carried into the habitable lands of Central Asia (Wiggs et al. 2003). Land degradation adversely affects soil fertility and crop yields. It reduces biodiversity, results in declining crop and livestock productivity, escalates production and rehabilitation costs, reduces farm income/livelihoods (Saparov et al. 2007) and food and feed security.

Improper nitrogen (N) fertilizer timing in Uzbek cotton production decreased the fertilizer use efficiency by 22 %, directly causing a decrease in farmers' yield and income (Kienzler, 2009).

Notwithstanding the constraints of soil fertility, salinity, and water-logging, farmers continue to grow a few dominant crops, such as cotton and wheat. Very few alternative crops are being used.

In the downstream areas, where salinity and waterlogging are becoming more acute problems each year, rice brings prosperity to some farmers, but is not sustainable due to its very high water use. Legumes are under-represented in the crop portfolio; however, they would contribute to a more balanced diet and have positive effects on soil fertility (contribution from atmospheric nitrogen). Their acceptance in the region is low. Increasing this acceptance would require changing food habits through major efforts, such as publicity campaigns. Furthermore, breeding erect varieties that facilitate the harvesting process, would further increase its acceptability. Nevertheless, the combined benefits of soil improvements and export orientation (Turkey and South Asia are major chickpea markets) are worth exploring. There is a need to develop land use plans employing an integrated approach to crop–livestock production in watershed perspectives.

Irrigation measurements. More than 95% of the gross agricultural output is produced on irrigated lands. The sharp continental climate, high evaporation (up to 1,700 mm per year), small and very non-uniform seasonal precipitation (on average 150-200 mm), high summer temperature (up to 400°C) make agriculture impossible without irrigation. As a result, salt accumulation in the soil is a serious problem. Thus, water is used both for irrigating crops and washing out salts. Because most of the water is now being used, further expansion of irrigation is difficult. Water deficit is observed in the entire region because of the arid climate and large water losses especially in the Soviet style irrigation systems. Principal reasons of water deficit are inefficient irrigation and water distribution systems, outdated equipment, and a lack of water saving technologies. Further, the disastrous situation caused by the drying up of the Aral Sea emerged as a result of a collective agricultural policy based on

development of flood irrigation and a corresponding increase in water consumption. However, increasing water shortage has a strong adverse effect upon social and economic situation. For example, during the last several years, water supply downstream the Amu-Darya amounted to 50% of the agreed water draw off limit, which was lower than required. The shortage will grow with time, because of the population growth in Central Asia, increase in water use by Afghanistan, the aggravated desertification process, and the projected climate change. However, the development of irrigation is limited by water availability. Further expansion of irrigated areas is possible only with the introduction of new water-saving techniques, improved irrigation technology; radical improvement and amelioration of old irrigated lands. In years with low precipitation, water levels in the deltas of the Amu-Darya and the Syr-Darya are significantly decreased. From 1961, the level of the Aral Sea has been falling at the rate of 20 to 90 cm/yr. Intensive drying up and salinization of land along with the severe degradation of water ecosystems is occurring in the deltas of these rivers. The former bed of the Aral Sea is now a source of dust and salt. The decrease in the sea area is also causing climate change.

In Central Asia, the amount of irrigated land has been steadily expanded from 4.5 Mha in 1960 to 7.9 Mha today. In this period, the average probability of a farmer in a typical area (such as the Khorezm region in Uzbekistan) obtaining sufficient irrigation water declined by 16%. That is, a farmer has now a substantially higher risk of losing his crops due to insufficient water supply than 20 years ago. This is exacerbated by a strong year-to-year and regional (that is, higher risks at the tail end of the irrigation system) variation of water availability. Because of heavy irrigation, groundwater levels rise quickly every spring. Water supply for one growing season in cotton field is about 5 thousand till 10 thousand kubometr, in some dry region even more than this amount.

This results in a capillary groundwater rise and so-called ‘secondary salinization’ of the soil (Akramkhanov, 2005). Cotton yields have decreased due to worsening soil conditions. Salt leaching in the fall and spring seasons is considered a remedy for improving crop yields.

However, when excessive leaching is practiced over a large area without a functional drainage system, it only partially reduces soil salinity and often worsens the problem (Mueller, 2007).

However, no reform was undertaken in irrigation system, as far as cotton has begun to be planted in Uzbekistan. All cotton is irrigated and irrigation water amounts differ as a function of rainfall and temperatures. On average 3 to 5 applications are provided. A total of 400 up to 1000 mm of irrigation is provided.

Ibragimov and Niyazaliev (2017) observed that it is possible to decrease amount of water for irrigation of cotton up to 30-50 % by changing irrigation method from furrow (conventional) to drip irrigating. The seed–cotton yield under drip irrigation was increased by 14% on average relative to that for furrow irrigated cotton. Although it is often mentioned that drip irrigation is hardly used in Uzbekistan due to its large capital cost, drip irrigation should be further

explored as an effective means to control quantity and placement of irrigation water in Uzbekistan, in particular for cotton.

The current irrigation amounts applied to the cotton are not equal to the full crop irrigation water requirements. Applying more water to the irrigated cotton may enhance growth and harvest in most cases. The crop model was used to estimate the yields when applying 100 mm of additional water to the crops and the results were compared with the current situation.

Crop rotation. In Uzbekistan, the many years of monoculture with ploughing and disking have intensively degraded soil physical, chemical and biological properties. Surface crusting and subsurface (plough pan) compaction, low organic matter contents and low biological activity (absence of earthworms) are clear symptoms of this process. Most of the farmers in Uzbekistan are still unaware of the conservative agriculture (CA) technologies applied in other parts of the world. Other farmers who had previously heard about CA were still cautious about initiating CA implementation on their farms due to lack of expertise, machinery and cropping management under new technologies.

Nowadays in Uzbekistan exists cotton – wheat crop rotation which is not a good choice for agricultural management practices. It is vitally important to introduce in this crop rotation system some legumes such are: chickpea, faba bean, soybean, peas, mung bean, forage legumes and etc. Only few farmers in irrigated lands in Tashkent region are already using legumes in cotton-wheat crop rotation system.

After Independence of Uzbekistan, there have been many changes in crop rotation system. Instead, cotton monoculture methods new scientific approved providing food security methods have been introduced. Uzbek farmers got aware of advantages no-till methods during last decades.

Soils in the Tashkent region are gleysols and meadow soils, non-saline or of low salinity, with good hydro-physical properties. However, due to intense use, the organic matter content is usually less than one percent. Organic fertilizer (manure) is recommended at a rate of 20 to 30 t/ha, but farmers usually apply only 4.8 t/ha on average. At the beginning and the end of the project, soil samples from fields under no-till wheat and no-till cotton were collected for analysis. Soil and crop monitoring shows on wheat and cotton fields included soil bulk density and total porosity, compaction, humus content, visual soil assessment, germination and development of wheat and cotton.

Conservation agriculture. Studies revealed that there is a strong demand to use a conservative agriculture in Uzbekistan's soil-climatic conditions. Conservation agriculture (CA) is a concept for resource-saving agricultural crop production that strives to achieve acceptable profits and high and sustained production levels while concurrently preserving the environment. CA is based on the enhancement of natural biological processes above and below ground. Interventions such as mechanical soil tillage are reduced to an absolute minimum, and the use of external inputs such as agrochemicals and nutrients of mineral or organic origin are applied at an optimum level and in a way and quantity that does not disrupt or interfere with biological processes.

Soil degradation and restoration. Soil degradation processes from intensive and traditional agricultural practices are increasingly affecting more and more of the land area. In addition, agricultural lands are also affected by the high salinity of irrigation water. The poor availability of water resources and lack of water supply are also among the principal factors of soil degradation. Inappropriate irrigation methods are among the reasons for accelerated soil erosion and secondary salinization. The Soviet-style civil engineering standards for irrigating vast areas of arable lands for cotton production have caused secondary salinization and development of marshy areas within the irrigated territories. One of the main reasons of salinization and waterlogging is the rise in water table as a result of poor drainage network. Erosion processes are one of the reasons for the degradation of environment in highlands, where pasture is the predominant land use. Excessive stocking rate and uncontrolled grazing has caused the decline in carrying capacity of pasture by a factor of 3 to 3.6 in comparison with 1992. Average pasture productivity decreased by 40% over the 25 years between 1980 and 2005.

Elimination fallows in crop rotation system. Elimination of short- and long fallows by introducing food and forage crops will prevent the land degradation which has been developing fast throughout the region. Several potential alternative crops, such as chickpea, lentil, buckwheat, and field peas, offer new options for increased incomes under rainfed condition. Several crops, such as sorghum, pearl millet, safflower, and rapeseed, known to be drought and salt tolerant, can be grown successfully in saline environments. Legumes, cereals, oilseeds, potato, and fodder crops and grasses provide options to reduce summer fallows in irrigated areas and potentially substitute uneconomic crops in the rainfed areas. Relay cropping of wheat into a standing cotton crop, a practice common in Uzbekistan, can potentially reduce winter fallows and also provide some green fodder (grazing of winter wheat) for the livestock.

Effect of mulching on soil. Surface retention of crop residues (mulch) is a crucial element in CA and thus of the SLM strategy for all its beneficial impacts on the soil. When applied correctly, surface mulch can buffer soil temperature changes (in winters and summers), protect the soil against erosion, promote the accumulation of organic carbon, facilitate nutrient recycling, reduce weed infestation, improve the water storage capacity of the soil, reduce evapotranspiration and hence slow down soil salinization, and provide niches for beneficial microbes, soil fauna and flora to flourish. To successfully introduce such organic surface covers, it is important to convey to farmers how to plant through the residues; apply fertilizer nutrients and herbicide molecules for control of weeds. Also, the competition between using the crop stubble as fodder for livestock or as surface cover has to be looked into, as they will affect the successful adoption of CA in Uzbekistan. Research is needed to develop and identify new crop cultivars such as stable cultivars to absorb climate change shocks, vigorously growing competitive cultivars for effective weed management in zero till, and suitable for raised beds and surface seeding conditions.

Discussion. Develop innovative inter-cropping systems, switching from cotton-cereal-based systems to cereal-legumes systems and diversified production systems of higher value crops and promoting more efficient water use. The latter include an increase of water use efficiency through supplementary irrigation systems, more efficient leaching and irrigation practices and the adaptation and adoption of water harvesting technologies. The adoption of conservation agriculture in Uzbekistan is often thought to be limited by low biomass production, but current evidence suggests that even small amounts of residue retention can significantly improve soil properties, reduce evaporation and decrease the soil's susceptibility to erosion. These options must be supplemented by the development of more drought- and heat-tolerant crop varieties and better predictions of extreme climatic events will lead to improve soil quality and crop yield in Uzbekistan.

References:

- Abdullaev, I., De Fraiture, C., Giordano, M., Yakubov, M. and Rasulov, A., 2009. Agricultural water use and trade in Uzbekistan: situation and potential impacts of market liberalization. *International Journal of Water Resources Development*, 25(1), pp.47-63.
- Akramkhanov, A., 2005. *The spatial distribution of soil salinity: Detection and prediction* (Vol. 32). Cuvillier Verlag.
- Ibragimov, N.M. and Niyazaliev, B.I., 2017. Effects of composts application with inorganic fertilizers on soil organic carbon and productivity of irrigated cotton (*Gossypium hirsutum* L.) in Uzbekistan. *Journal of Cotton Research and Development*, 31(1), pp.56-61.
- Muller, M., 2007. Adapting to climate change: water management for urban resilience. *Environment and Urbanization*, 19(1), pp.99-113.
- Qushimov B., Ganiev I.M, Rustamova I., Haitov B., Islam K.R., 2007. Land Degradation by Agricultural Activities in Central Asia. In: *Climate Change and Terrestrial C Sequestration in Central Asia* (Lal, R., Sulaimanov, M., Stewart, B., Hansen, D. and Doraiswamy, P., Eds.). Taylor-Francis, New York.
- Saparov, A., Pachikin, K., Erokhina, O. and Nasyrov, R., 2007. Dynamics of soil carbon and recommendations on effective sequestration of carbon in the steppe zone of Kazakhstan. *Lal R, Suleimenov M, Stewart BA, Hansen DO, Doraiswamy P (eds)*, pp.177-188.
- Wiggs, G.F., O'hara, S.L., Wegerdt, J., Van Der Meer, J., Small, I. and Hubbard, R., 2003. The dynamics and characteristics of aeolian dust in dryland Central Asia: possible impacts on human exposure and respiratory health in the Aral Sea basin. *The Geographical Journal*, 169(2), pp.142-157.

ЗАХИСТ СУНИЦІ ВІД ХВОРОБ РИЗОПЛАНУ ЗА КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ

М. С. Ретьман, с.н.с., к. с.-г. н.,

О. А. Марченко, с.н.с., к. б. н.,

Ф. С. Мельничук, п.н.с., к. с.-г. н.,

Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ, e-mail:
retman_m.s@ukr.net

Вагомою складовою в забезпеченні населення України плодівничою продукцією є вирощування ягідних культур, які відзначаються раннім досяганням плодів, високою врожайністю, скороплідністю, великим коефіцієнтом розмноження, технологічністю і можливістю механізації збору врожаю. Ягоди містять багато біологічно активних речовин, є дієтичним продуктом харчування, а також цінною сировиною для переробної промисловості. Раціональна організація ягідництва забезпечує швидкий обіг капіталу та окупність інвестицій.

Суниця є однією з найбільш поширених і цінних ягідних культур. На її долю припадає понад 70 % загальносвітового виробництва ягід. Валове виробництво суниці в світі постійно збільшується і на сьогодні становить понад 4 млн. т. плодів на рік.

Найбільшими виробниками ягід суниці, за даними ФАО, являються США (825 тис. т. / рік), Іспанія (305 тис. т./рік), Японія (209 тис. т. /рік), Південна Корея (203 тис. т./рік), Польща (197 тис. т./ рік). В Україні цей показник постійно зростає і становить (70 тис. т./ рік).

Одним з основних стримуючих чинників підвищення виробництва суниці в Україні поряд з соціально – економічними причинами є суттєве ураження сортів грибними хворобами серед яких переважають хвороби кореневої системи - ризоктоніоз або чорна гниль коренів. Збудниками є гриби: *Rhizoctonia fragariae* Hussain & W.E. McKeen, *Pythium spp.*

Це захворювання кореневої системи особливо поширене на північному заході країни, на ділянках, де полуниця вирощується багато років на одному місці або після картоплі і деяких інших овочевих рослин. При ураженні збудниками хвороби молоді білі корінці рослини починають чорніти ділянками, а згодом стають дуже крихкими завдяки утворенню в цих місцях сухих перетяжок. Поступово коренева система стає менш життєздатною, пригнічується ріст рослини, перестають утворюватися бічні пагони і припиняється плодоношення. Через деякий час уражується нижня частина кореневища і розетка. Кущ легко виймається з землі і поступово гине. Для того щоб запобігти поширенню подібного захворювання слід вирощувати полуницю на одному місці не більше п'яти років. Необхідно вилучити з використання в якості добрива неперепрівший компост з рослинних залишків овочевих рослин.

Уражуються зазвичай 2-х і 3-х літні кущі, особливо рослини заражені нематодами і рослини з ослабленим імунітетом. Оптимальна температура ґрунту для розвитку хвороби - близько 17°C, вологість 60-70% від повної вологоємності. Найбільш сприйнятливими до хвороби є рослини які вирощуються на краплинному зрошенні. Сприятливими умовами для інфікування суниці зазвичай є важкі (суглинисті) ґрунти. Рівень кислотності (pH) в межах від 4,5 до 8 не має суттєвого значення для розвитку патогена. Як показують результати досліджень ризоктоніоз розвивається при (pH) 5,5-6,5. Для точної діагностики ураження хворобою, необхідно викопати уражену рослину, промити коріння і оглянути за допомогою лабораторного обладнання.

Вертицильозне в'янення. Збудник гриб: *Verticilium albo-atrum* Reinke & Berthier.

Розвиток хвороби був виявлений на весні, у період інтенсивного росту і розвитку суниць. Уражені рослини відстають від здорових у рості, листки повільно розвиваються, їхні черешки слабо червоніють. Внутрішня частина кореня і тканина сердечка біля основи куща буріють й відмирають, перетворюючись на суху гниль. Збудник уражує рослини протягом періоду вегетації конідіями. Хламідоспори утворюються на сформованій грибниці та добре витримують низькі температури. Відмінність вертицильозного в'янення від фузаріозного або фітофторозного в тому, що в'яне спочатку старе листя, а тільки потім молодше і весь кущ. Характерною особливістю вертицильозу є те, що збудник уражує кореневу систему, що помітно по черешках листків – його основа набуває червоно-коричневого відтінку. Найчастіше уражаються вертицильозним в'яненням рослини, що одержали азотні добрива в надлишку. Сильний розвиток хвороби може спричинити загибель рослини суниці.

Нами було проведено дослідження ефективності двократної обробки фунгіцидами при вирощуванні суниці на ремонтантному сорті Мурано в умовах Черкаської області, Чорнобаївського району в ТОВ «ДНПРО».

Для захисту від корневих хвороб суниці протягом вегетації нами проведено хімічні обробки методом пестигації через системи краплинного зрошення: перша обробка - навесні під час відростання листків суниці; друга – після збирання врожаю. Для обробки застосовувався фунгіцид на основі діючих речовин ципродинілу+флудіоксанілу, за норми внесення 0,75 кг/га – до цвітіння та 0,4 кг/га – після цвітіння. Внесення досліджуваних фунгіцидів проти грибних хвороб кореневої системи суниці разом з поливною водою за краплинного зрошення показало технічну ефективність за 81-87 % і покращило якісні і кількісні показники товарної продукції суниці садової.

Застосування фунгіцидів з поливною водою при вирощуванні суниці є дієвим та ефективним засобом для зменшення втрат ягідної продукції від комплексу хвороб.

ВПЛИВ ПОСУХИ НА СИМБІОТИЧНІ ВЗАЄМОВІДНОСИНИ СОЇ ІЗ БУЛЬБОЧКОВИМИ БАКТЕРІЯМИ

В.М. Мельник

Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, м. Київ, Україна
e-mail: vasyliukvm@ukr.net

На сьогодні перспективною зернобобовою культурою в Україні є соя, яка утворює симбіоз із бульбочковими бактеріями, формування якого залежить від різних чинників навколишнього середовища, у тому числі, водозабезпечення. Значна частина земель, придатних для ведення сільськогосподарських робіт, зазнає негативного впливу посухи. Тому технології і засоби покращення вирощування рослин за умов дефіциту вологи набувають великої актуальності. Реакція бобово-ризобіальних систем на вплив недостатнього водопостачання визначається генотипами макро- і мікропартнерів. Так, використання ефективніших за дії посухи штамів ризобій і забезпечення оптимальної реалізації їх генетичного потенціалу за впливу несприятливих чинників довкілля може сприяти підвищенню біологічної фіксації азоту, і, як наслідок, продуктивності симбіотичних систем за стресових умов вирощування [1–3].

У роботі використовували сою (*Glycine max* (L.) Merr.) сорту Васильківська і бульбочкові бактерії *Bradyrhizobium japonicum*: штами 646 та T21-2, отриманий транспозоновим мутагенезом із вихідного штаму 646 [4]. Ризобії одержані з музейної колекції азотфіксувальних мікроорганізмів відділу симбіотичної азотфіксації Інституту фізіології рослин і генетики НАН України. Рослини вирощували у посудинах Вагнера, які попередньо стерилізували 20 %-ним розчином H_2O_2 , на промитому річковому піску із сумішшю Гельрігеля (0,25 норми азоту) і мікроелементами, за природного освітлення та оптимального (60 % повної вологості (ПВ)) й недостатнього (30 % ПВ) водозабезпечення. Посуху створювали, починаючи з фази 2-х справжніх листків за допомогою контрольованого поливу, який тривав 16 діб, після чого полив відновлювали на рівні оптимальної вологості субстрату. Рослини для аналізів відбирали у фази 2-х справжніх листків (до посухи), 3-х справжніх листків, бутонізації, цвітіння (відповідно 3-тя, 10-та і 16-та доби посухи). Контролем слугували рослини відповідних варіантів, вирощені за оптимального водозабезпечення. Азотфіксувальну активність (АФА) кореневих бульбочок визначали ацетиленовим методом [5] на газовому хроматографі «Agilent GC system 6850» (США). Усі результати обраховували статистично за загальноприйнятою методикою [6], в таблиці представлені середні арифметичні та їх стандартні похибки.

Протягом усього періоду спостереження кількість бульбочок, сформованих на коренях сої обома досліджуваними штамми ризобій за

умов 30 % ПВ була меншою у порівнянні з відповідними рослинами, вирощеними за оптимального водозабезпечення. На 16-ту добу посухи (фаза цвітіння) кількість бульбочок, утворених штамом T21-2 за недостатнього водопостачання була меншою в 1,2 рази у порівнянні з варіантом із використанням *V. jarrowii* 646 (таблиця 1). Відмічено, що навіть за умови 30 % водного стресу формування бульбочок на коренях рослин продовжувалося протягом усього досліджуваного періоду.

Таблиця 1. Формування і функціонування симбіотичних систем соя – *V. jarrowii* за оптимального (60 % ПВ) та недостатнього (30 % ПВ) водозабезпечення (16-та доба посухи, фаза цвітіння)

Штам	Кількість бульбочок, шт./рослину	Маса бульбочок, г сухої реч./ рослину	Азотфіксу- вальна активність, нмоль C ₂ H ₄ / (рослину·год)	Вегетативна маса, г сухої реч./рослину	
				надземна частина	корінь
60 % ПВ					
646	38,3 ± 1,4	0,050 ± 0,007	415 ± 93	2,08 ± 0,06	0,66 ± 0,03
T21-2	48,0 ± 1,5	0,073 ± 0,005	771 ± 95	2,77 ± 0,12	0,76 ± 0,03
30 % ПВ					
646	27,3 ± 1,4	0,032 ± 0,005	69 ± 14	1,37 ± 0,06	0,39 ± 0,02
T21-2	23,0 ± 0,6	0,022 ± 0,004	118 ± 10	1,71 ± 0,06	0,51 ± 0,02

За недостатнього водозабезпечення встановлено зменшення маси утворених на коренях бульбочок у порівнянні з рослинами, вирощеними за оптимального поливу (60 % ПВ). Показано, що на 16-ту добу посухи за 30 % ПВ маса бульбочок, сформованих *V. jarrowii* 646 знижувалася в 1,6 рази у порівнянні з варіантами за 60 % ПВ. Тоді ж за інокуляції насіння штамом T21-2 маса бульбочок на коренях сої за недостатнього водопостачання зменшувалася у 3,3 рази за порівнянням із рослинами, вирощеними за оптимального поливу (таблиця).

Відомо, що посуха негативно впливає на фіксацію атмосферного азоту бобовими, що призводить до зниження продуктивності симбіотичних систем [1–3]. У проведених досліджах ми відмічали значне зменшення АФА у рослин, вирощених за 30 % ПВ. За дефіциту вологи на 16 добу посухи АФА бульбочок, сформованих штамом T21-2 була в 1,7 рази більшою у порівнянні з відповідними варіантами з інокуляцією насіння *V. jarrowii* 646 (таблиця). Таку ж закономірність спостерігали і в умовах оптимального водозабезпечення.

Показано зниження надземної маси у інокульованих рослин сої, що росли за недостатнього водопостачання. Так, на 10-ту добу посухи надземна маса рослин, вирощених за 30 % ПВ була в 1,1–1,5 рази нижчою у порівнянні з тими, що росли за оптимального водозабезпечення (60 % ПВ). Із наростанням водного дефіциту ця різниця збільшувалася і на 16-ту добу посухи становила 1,5–1,7 рази (відповідно для штамів T21-2 і 646)

(таблиця). Найбільшу прибавку вегетативної маси як за оптимального так і за недостатнього водопостачання давала бактеризація насіння штамом T21-2: на 16-ту добу посухи різниця становила відповідно 33,2 і 24,8 % (для надземної частини) й 15,1 і 30,8 % (для коренів) у порівнянні з варіантом із соєю, інокульованою *B. japonicum* 646 (таблиця).

Таким чином, недостатнє водозабезпечення (30 % ПВ) негативно впливало на процеси формування та функціонування симбіотичних систем соя – *B. japonicum*. Посуха пригнічувала наростання бульбочок на коренях рослин, а також викликала зниження азотфіксувальної активності кореневих бульбочок та зменшення вегетативної маси у рослин.

У результаті проведених досліджень встановлено, що симбіотичні системи, створені за участю двох штамів ризобій по-різному реагували на умови недостатнього водопостачання. Так, за нодуляційною активністю і масою сформованих на коренях бульбочок штам T21-2 виявився більш чутливим до посухи у порівнянні з *B. japonicum* 646, у той же час він характеризувався найвищою АФА і давав найбільшу прибавку вегетативної маси у рослин за стресових умов вирощування. Отже, застосування штаму T21-2 мало більший позитивний вплив у порівнянні з варіантами із бактеризацією насіння ризобіями штаму 646 як за оптимальних, так і за посушливих умов вирощування.

Використані джерела

1. Serraj R., Sinclair T.R., Purcell L.C. Symbiotic N₂ fixation response to drought // J. Exp. Bot. – 1999. – 50. – P. 143–155.
2. Marino D., Frendo P., Ladrera R. et al. Nitrogen fixation control under drought stress. Localized or systemic? // Plant Physiol. – 2008. – 143. – P. 1968–1974.
3. Naveed M., Hussain M.B., Mehboob I., Zahir Z.A. Rhizobial Amelioration of Drought Stress in Legumes // Microbes for Legume Improvement. – Springer International Publishing, 2017. – P. 341–365.
4. Маліченко С.М., Даценко В.К., Василюк В.М., Коць С.Я. Транспозоновий мутагенез штамів *Bradyrhizobium japonicum* // Физиология и биохимия культ. растений. – 2007. – 39, № 5. – С. 409–418.
5. Hardy R.W.F., Holsten R.D., Jackson E.K., Burns R.C. The acetylene-ethylene assay for N₂-fixation: laboratory and field evaluation // Plant Physiol. – 1968. – 43, N 8. – P. 1185–1207.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИРОЩУВАННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР НА ОСУШУВАНИХ ОРГАГОГЕННИХ ҐРУНТАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

М.Д. Зосимчук, О.А. Зосимчук, О.А. Данилицький
Сарненська дослідна станція ІВПіМ НААН, м. Сарни
e-mail: zosimchykm@mail.ru.

В останні роки все частіше постає проблема подальшого використання перезволожених земель Західного Полісся з нерегульованим водно-повітряним режимом. Окрім часткової ренатуралізації, одним із альтернативних способів їхнього використання може стати вирощування біоенергетичних культур. До того ж в останні десятиліття відбувається ще й стрімке підкислення осушуваних земель, та зниження вмісту рухомих форм азоту, фосфору та калію. Через значну потребу коштів на проведення агрохімічної меліорації, таких ґрунтів у регіоні стає дедалі більше. Вони часто виводяться із повноцінного сільськогосподарського використання і, в кращому випадку, використовуються під малопродуктивні пасовища чи сінокоси, або просто облогуєть і заростають чагарниковою рослинністю. Тому постає питання їх подальшого використання.

В наукових колах останнім часом розмірковують про доцільність відведення цих земель під плантації біоенергетичних культур. Вагомим аргументом для розвитку зеленої енергетики, є те, що багато енергетичних культур здатні рости на малородючих землях, на ґрунтах з підвищеною кислотністю і, що особливо важливо для зони Полісся на перезволожених землях з нерегульованим водно-повітряним режимом та інших землях, які виведені з сільськогосподарського використання, або тимчасово не використовуються. Тобто, ці культури повинні займати відповідну ґрунтово-територіальну нішу, щоб не створювати в регіоні вирощування конкуренції для основних продовольчих сільськогосподарських культур. Тож вирощування на цих ґрунтах біоенергетичних культур, в першу чергу невибагливих до водно-повітряного режиму, дозволить повернути ці землі для ефективного використання.

Серед відомих енергетичних культур особливу привабливість для вирощування на осушуваних ґрунтах мають верба прутovidна та міскантус гігантський, через: невибагливість до умов вирощування, високу продуктивність та здатність покращувати еколого-меліоративний стан як ґрунтів, так і оточуючого середовища. Серед однорічних біоенергетичних культур для вирощування на добре осушених органогенних ґрунтах найбільш перспективним є сорго цукрове.

З огляду на це Сарненською дослідною станцією в останні роки проводяться дослідження з вивчення перспектив вирощування біоенергетичних культур на меліорованих землях Західного Полісся, оскільки останніми роками не всі осушувані землі використовуються для

сільськогосподарського виробництва і облогуєть. Дослідження з вивчення біологічної і енергетичної продуктивності трав'янистих одно- і багаторічних культур, які світовою практикою віднесені до найбільш перспективних, проводяться на осушуваному торфовому масиві «Чемерне» Сарненської дослідної станції (Рівненська область), на ділянках із слабокислою і кислою реакцією ґрунтового середовища. Проведені на станції дослідження показали перспективність вирощування на осушуваних торфових ґрунтах деревних та трав'янистих одно- та багаторічних біоенергетичних культур.

Отримані результати урожайності біоенергетичних культур при вирощуванні на органоґенних ґрунтах наведено в табл. 1.

Таблиця 1 Урожайність біомаси однорічних біоенергетичних культур на осушуваних торфових ґрунтах за внесення $P_{60}K_{120}$, середнє за 2016-2017 рр.

Культура	Урожайність, т/га		ГДж/га
	вегетативної маси	сухої маси	
однорічні трав'янисті культури			
Сорго цукрове	99,3	21,7	368,6
Сорго віничне	86,2	18,8	318,7
Суданська трава	71,9	15,6	265,7
Пайза	63,8	13,9	236,0
багаторічні трав'янисті культури			
Топінамбур	66,9	16,7	285,1
Сіда	61,7	19,2	326,5
Міскантус	51,9	23,6	400,8
Світчґрас	37,5	12,4	212,2
Трава Колумба	36,4	11,4	193,2
Очеретянка звичайна	36,9	12,3	208,8

Як показали проведені дослідження, серед однорічних біоенергетичних культур найбільш урожайним на осушуваних торфових ґрунтах є сорго цукрове, що забезпечувало 21,7 т/га сухої маси або 368,6 ГДж/га. З багаторічних біоенергетичних культур найбільш урожайним виявивсь топінамбур, що забезпечує одержання 66,9 ц/га вегетативної маси або 16,7 т/га сухої маси. За збором сухої речовини найбільш продуктивним є міскантус, що забезпечив в середньому за 2 роки досліджень одержання 23,6 т/га, або 400,8 ГДж/га. Проведені дослідження показали перспективність вирощування верби прутівидної на осушуваних органоґенних ґрунтах. Так, посадки верби прутівидної на осушуваних торфовищах здатні забезпечувати щорічне одержання до 20 і більше т/га сухої деревної маси, що в 10-14 разі переважає традиційні лісові насадження.

Відомо, що для успішного впровадження нових культур у виробництво необхідно сформувати надійну насіннєву базу. З цією метою нами паралельно були проведені дослідження з вивчення можливості одержання насіннєвого матеріалу досліджуваних біоенергетичних культур в специфічних умовах меліорованих органогенних ґрунтів. Через особливості рельєфу і теплового режиму на осушуваних торфовищах вегетаційний період дещо коротший у порівнянні з прилеглим суходолом. Тому деякі теплолюбні рослини в цих умовах не завжди дають фізіологічно стигле насіння. Отримані результати насіннєвої продуктивності досліджуваних культур наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 Насіннєва продуктивність біоенергетичних культур в умовах осушуваних торфовищ Західного Полісся (масив «Чемерне»)

Культура	Урожайність насіння, т/га	Можлива площа посіву одержаним насінням, га
Трава Колумба	1,01	80-85
Сорго цукрове	1,95	110-120
Сорго віничне	2,21	90-100
Пайза	2,18	220-230
Сорго зернове	2,92	90-100

З наведених даних видно, що для переважної більшості досліджуваних біоенергетичних культур можливо організувати власну насіннєву базу в регіоні вирощування, оскільки вони продукують досить високий урожай фізіологічно стиглого насіння. Отже, на осушуваних торфових ґрунтах Західного Полісся, за умови належної агротехніки, можна успішно займатися насінництвом більшості досліджуваних культур, в тому числі й таких теплолюбних як сорго, пайза та чумиза. Зважаючи на високий коефіцієнт розмноження насіння дані культури можна швидко впровадити у виробництво на необхідній площі.

У зоні Західного Полісся особливу увагу потрібно приділяти критичним, з погляду радіаційного забруднення, органогенним ґрунтам. Саме тут за невисокої щільності забруднення трапляються випадки перевищення чинних гігієнічних нормативів у сільськогосподарській продукції. До того ж за умови перезволоження міграційна здатність радіонуклідів істотно підвищується. Зважаючи на те, що дослідження проводяться на радіоактивно-забруднених торфових ґрунтах нами було проведено аналіз проб рослинницької продукції (суха маса) на виявлення вмісту радіонукліда ^{137}Cs . Проведений спектрометричний аналіз сухої маси біоенергетичних культур показав, що серед однорічних біоенергетичних культур найвищі показники забрудненості радіонуклідом ^{137}Cs відмічено у топінамбуру – 51-60 Бк/кг. Найнижчі показники забрудненості сухої маси радіонуклідом ^{137}Cs було відмічено у пайзи – 5-11 Бк/кг. Що стосується деревних біоенергетичних культур, то забруднення вегетативної маси верби прутовидної радіонуклідом ^{137}Cs становило 67-81 Бк/кг. Якщо ж

аналізувати в цілому, то показники забрудненості вегетативної маси досліджуваних біоенергетичних культур були незначними. Зважаючи на це, одержану рослинницьку продукцію енергетичних культур можна використовувати для виробництва біопалива без обмежень.

Окремо слід зазначити, що перспективність вирощування у регіоні більшості досліджуваних культур зростає, зважаючи на сучасні зміни клімату – коротші і тепліші зими, зростання тривалості вегетаційного періоду і його теплозабезпеченості при достатній кількості вологи.

УДК 631.6:633.51(477.72)

ЗРОШЕННЯ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

В. М. Коновалова – аспірант, молодший науковий співробітник

Асканійська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту
зрошувального землеробства Національної академії аграрних наук України, с.

Тавричанка, Каховський р-н, Україна

e-mail: vera_konovalova_1990@ukr.net

Значна частина території України розташована в зонах недостатнього та нестійкого зволоження. Насамперед у цьому зв'язку йдеться про степову зону півдня України. Невелика кільк. опадів при значному надходженні теплових ресурсів призводить до того, що ведення землеробства в зоні південного степу знаходиться на межі постійного ризику. Це зумовлює і те, що врожайність культур коливається в широких межах. В таких умовах ведення успішної сільськогосподарської діяльності можливе тільки за рахунок зрошення. Воно зменшує негативний вплив ґрунтової і повітряної посухи на продуктивні процеси культур, оптимізує умови їхнього вирощування. Зрошення дозволяє максимально використовувати генетичні можливості сортів, родючість ґрунтів і добрив, сприяє максимальному використанню надходжень сонячної радіації.

Широке застосування насіння льону та олії з нього обумовлює попит на цю продукцію на внутрішньому та зовнішньому ринках. З насіння льону виробляють високоякісну швидковисихаючу технічну олію, яку широко використовують для виготовлення натуральної оліфи, лаків, емалей, високоякісних фарб, лінолеуму, антикорозійних покриттів, мила, замазок, клеюнок тощо. Використовують лляну олію і як харчовий продукт.

Льон олійний належить до експортних культур. Внутрішня його переробка незначна. Щорічно експортується понад 30 тис. т цього насіння. Основними покупцями українського льону є Бельгія, Польща, Литва, Німеччина, Італія. Основними продуктами переробки є лляна олія, макуха і шрот.

Дослідженнями останніх років виявлені надзвичайні лікувальні та профілактичні властивості лляної олії, зумовлені високим вмістом лінолевої (Омега-6) і ліноленової (Омега-3) кислот, які не синтезуються в організмі і відносяться до вітамінів групи F. Це має значну цінність для використання у фармакології, косметичі та медицині. Лляна олія сприяє зниженню рівня холестерину в крові, покращує обмін білків та жирів, застосовується для профілактики атеросклерозу, регулює артеріальний тиск, знімає спазми кровоносних судин і перешкоджає утворенню тромбів, істотно знижує ризик серцево-судинних захворювань, а також алергічних реакцій. Препаратами, виготовленими на основі лляної олії, успішно лікують опіки і запалення шкіри. Запатентовано косметичні засоби та дерматологічні композиції, які включають лляну олію.

Сьогодні, як ніколи, зростає роль сорту і його потенційні можливості в конкретних природно — кліматичних зонах вирощування. Підвищення урожайності і стабільність виробництва продовольчого насіння з високими та якісними показниками в сучасних умовах можливе лише при впровадженні нових високопродуктивних сортів із широкою агроекологічною пластичністю і підвищеними адаптивними властивостями до несприятливих і екстремальних умов середовища. Лише завдяки високоякісному насінню нових високопродуктивних сортів можна збільшити врожайність сільськогосподарських культур на 20-30, а при зрошенні й на 45 %.

Одним із основних елементів технології вирощування льону олійного є система застосування добрив. Важливим заходом ефективності використання мінеральних добрив є вибір оптимальних доз і співвідношення основних елементів живлення.

Льон олійний є посухостійкою культурою, але нестача води в першій половині вегетації призводить до скорочення фаз розвитку та зменшення врожаю. Коренева система мало розвинута, однак характеризується високою всмоктувальною здатністю. Вона постійно росте в глиб і засвоює вологу з глибших шарів ґрунту, завдяки цьому має вищу посухостійкість порівняно з іншими ярими культурами. В Україні, як правило, льон олійний вирощується на суходолі де, не зважаючи на біологічно обумовлену високу посухостійкість та пластичність, у першу чергу страждає від нестачі вологи.

Метою наших досліджень є визначення впливу різних умов зволоження та доз мінеральних добрив на формування урожайності та якості насіння сортів льону олійного.

Дослідження проводились на полях Асканійської державної сільськогосподарської дослідної станції Інституту зрошуваного землеробства НААН. Попередником була озима пшениця. Повторність у дослідах трьохкратна. Розташування варіантів проводилось систематичним методом. Агротехніка загальноприйнята, за винятком факторів, що вивчаються.

Схемою досліду передбачено вивчення двох умов вологозабезпечення (фактор А) зрошення та без зрошення, трьох сортів льону олійного (фактор В) Еврика, Орфей, Віра та чотирьох режимів мінерального живлення (фактор С) без добрив, $N_{45}P_{60}$, $N_{60}P_{60}$, $N_{90}P_{60}$.

У зв'язку з гостро посушливими умовами вегетаційного періоду 2017 року, зрошення мало істотний вплив на елементи продуктивності льону олійного. Найбільшу масу 1000 насінин як на зрошенні 9,2-9,3 г, так і на богарі 7,7-7,8 г сформував сорт льону олійного Еврика. Найбільшу кількість коробочок 19,9 шт. та насінин на 1 рослині 179,4 шт. сформував сорт льону Віра за умов внесення $N_{90}P_{60}$ на зрошенні.

Аналіз урожайних даних сортів льону олійного свідчить про перевагу вирощування культури на зрошенні і без зрошення з внесенням $N_{90}P_{60}$, тому що саме ця норма внесення азотних добрив забезпечила отримання найвищих врожаїв. Зменшення норми внесення добрив як на зрошенні так і без зрошення мала негативний вплив на урожайність культури.

Урожайність льону олійного в умовах богари не залежно від сорту та норми внесення добрив склала – 1,02-1,49 т/га, при зрошенні – 1,74-2,49 т/га. Найвищий урожай був отриманий на варіанті з внесенням $N_{90}P_{60}$ по сорту льону Віра при зрошенні 2,49 т/га, в умовах вирощування без зрошення по цьому ж сорту було отримано 1,49 т/га, що є також найвищим врожаєм в умовах богари.

Найбільший приріст урожаю від фактору А отримали на сорті льону олійного Еврика 1,08 т/га, від фактору С відносно контролю по сорту Віра 0,66 т/га при внесенні $N_{90}P_{60}$. Від фактору В найбільший приріст врожаю 0,20 т/га забезпечило вирощування сорту льону Віра в умовах богари (без зрошення) з внесенням $N_{45}P_{60}$.

Результати досліджень свідчать, що олійність льону вирощеного в умовах зрошення і без зрошення була на одному рівні та істотної різниці в її показниках не виявлено. Водночас сорти льону олійного, що досліджувалися мали суттєву різницю між показниками олійності. Так найвищу олійність не залежно від норм добрив та режимів зрошення показав сорт льону олійного Віра в межах 44,2-46,2%, що є на 2,5-4,0% більше ніж отримана олійність на сортах Еврика та Орфей. Залежно від доз добрив найвищу олійність як на богарі так і при зрошенні отримали по сорту Віра за умови внесення $N_{90}P_{60}$, в умовах богари цей показник склав - 45,4%, вихід жиру при цьому - 602 кг/га, за умов зрошення найвища олійність 46,2% та вихід жиру - 1024 кг/га.

Отже, поливні землі півдня України можуть більш повно реалізувати потенційно генетичні можливості сортів льону олійного та підвищити урожайність на 40-50 %. Зрошення за внесення $N_{90}P_{60}$ забезпечує урожайність на рівні 2,49 т/га з прибутком – 20043 грн./га, рентабельністю 203%. В умовах вирощування без зрошення більш доцільно вносити $N_{90}P_{60}$, що забезпечує урожайність – 1,49 т/га, з прибутком 10028 грн./га та рентабельністю 128%.

ЗАКОНОМІРНОСТІ ВОДНОГО ОБМІНУ, ВОДОСПОЖИВАННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ВАЛЕРІАНИ ЛІКАРСЬКОЇ

Н.В. Приведенюк,¹ А.П. Шатковський,² В.А. Трубка³

^{1, 3} Дослідної станції лікарських рослин ІАП НААН,
с. Березоточа, Лубенського р-ну, Полтавської обл.,
e-mail: privedenyuk1983@gmail.com

² Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ,
e-mail: andriy-1804@ukr.net

Світовий ринок лікарської рослинної сировини протягом 2014-2015 рр. зріс на 12 %, за оцінками аналітиків у 2016 р він був оцінений в 71,19 млрд. дол. США. Лікарські засоби виготовлені на основі лікарських рослин займають частку в 40 %, яка постійно зростає. Підвищення попиту на рослину сировину спонукає виробників нарощувати об'єми виробництва за рахунок інтенсифікації технологій вирощування лікарських культур. В сучасному лікарському рослинництві використовується краплинне зрошення, як засіб, який забезпечує оптимізацію водного обміну рослин. Але для науково обґрунтованого його застосування необхідні знання з особливостей водоспоживання лікарських культур. Для встановлення закономірності водного обміну, водоспоживання та формування продуктивності валеріани лікарської в умовах зрошення виконуються вегетаційні дослідження.

Для проведення вегетаційного дослідження було використано посудини об'ємом 10 л, які було заповнено ґрунтом. Після заповнення посудин ґрунт було доведено до вологості 100 % від найменшої вологомісткості (НВ).

Протягом 5 днів після висаджування рослини валеріани приживалися, їх стан контролювався щодобово – тургор і ріст відновився через 110 годин після висаджування. Потім було виконано герметизацію (усунення) фізичного випаровування вологи з ґрунту, частину вегетаційних посудин не було герметизовано – контроль. Протягом вегетації поливи здійснюються через дренажну трубку посудин, де вологість ґрунту підтримується на рівні 90 % НВ. Баланс витрати та надходження вологи контролюється ваговим методом.

Через 115 днів вегетації рослини валеріани лікарської у варіанті, без усунення фізичного випаровування вологи із поверхні ґрунту, мали висоту 47,3 см, розетку із 27,6 справжніх листків, площу листової поверхні 0,498 м²/роsl., вагу сирого кореня 196,5 г, суху вагу рослини 61,3 г.

Рослини у герметизованих посудинах мали висоту 49,2 см, розетку із 29,7 справжніх листків, площу листової поверхні 0,547 м²/роsl., вагу сирого кореня 225,8 г, суху вагу рослини 65,2 г.

Для утворення 1 г сухої речовини на транспірацію та фізичне випаровування вологи із ґрунту було використано 647 г води.

Транспіраційний коефіцієнт становив 464 (грам використано вологи на утворення 1 граму сухої речовини), продуктивність транспірації – 2,158 г/дм³.

Сумарне випаровування на контрольних варіантах по відношенню до погодних умов відображало тенденцію транспірації. На закінчення досліджень сумарна транспірація становила 30,212 дм³, а сумарне випаровування контрольних зразків – 39,661 дм³. За біометричними показниками контрольні рослини перевищували досліджувані рослини. Якщо допустити, що за однакової площі листової поверхні транспірація буде однаковою, то можна зробити попередній висновок, що випаровування з поверхні ґрунту в структурі сумарного випаровування валеріани лікарської становить 24 %. Цей показник не високий, через те що валеріана лікарська формує потужну розетку листя, яка покриває поверхню ґрунту чим зменшує втрати вологи на випаровування.

Протягом досліджень особливу увагу приділялася динаміці збільшення площі листя рослин валеріани так, як кількість витраченої вологи на транспірацію рослиною залежить від площі листового апарату. Так, наростання надземної маси валеріани лікарської протягом періоду проходило нерівномірно. Протягом червня та липня площа листя збільшувалася поступово і становила на кінець липня 0,156 м²/роsl. У серпні та вересні наростання надземної маси проходило більш інтенсивно, на кінець вересня площа листя становила 0,612 м²/роsl. З пониженням середньодобової температури повітря до + 8 °С у жовтні ріст та розвиток рослин сповільнився і майже зупинився (рис. 1).

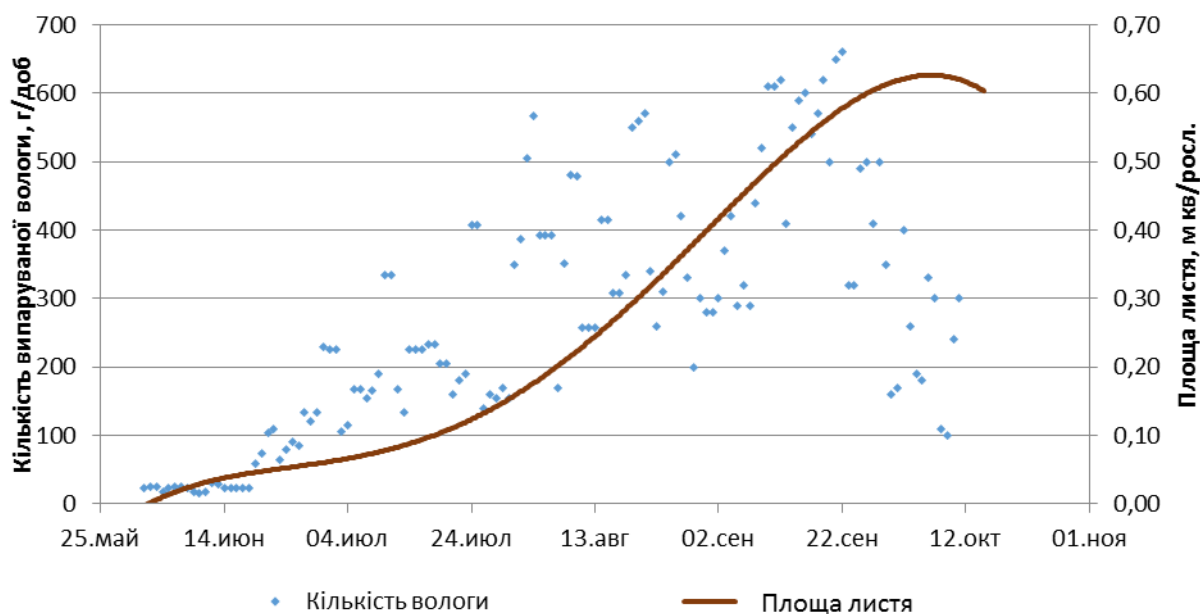


Рисунок 1. Динаміка збільшення площі листя та транспірації рослин валеріани лікарської.

В ході досліджень підтверджено, що із розвитком рослин транспірація збільшувалася. Але разом з тим кількість випарованої вологи

за добу істотно змінювалася протягом вегетації залежно від погодних умов. Максимальна кількість вологи була випарувана рослинами валеріани протягом третьої декади вересня, це пояснюється тим, що рослини на кінець вересня сформували впотужню вегетативну масу площею понад 0,5 м²/росл., яка випаровувала значний об'єм вологи. Але із різким похолоданням в транспірацію теж різко знизилася і на другу декаду жовтня становила близько 100 г/росл.×доб.

Протягом досліджень було проаналізовано вплив метеорологічних умов на інтенсивність транспірації.

Для визначення комплексного впливу температури повітря та відносної вологості на інтенсивність транспірації було визначено вплив дефіциту вологості повітря на інтенсивність транспірації. Виявлено, що із підвищенням дефіциту вологості повітря підвищується інтенсивність транспірації. За дефіциту вологості повітря 2 мб інтенсивність транспірації становила 0,3 г/см²×доб, з підвищенням дефіциту вологості повітря до 23 мб інтенсивність транспірації підвищується до 1,1 г/см²×доб. Цю залежність описує наступне рівняння (рис. 2):

$$y = 0,0416x + 0,2516$$

$$R^2 = 0,8946$$

де y – інтенсивність транспірації, г/см²×доб,

x – дефіцит вологості повітря, %,

R^2 - величина достовірності апроксимації.

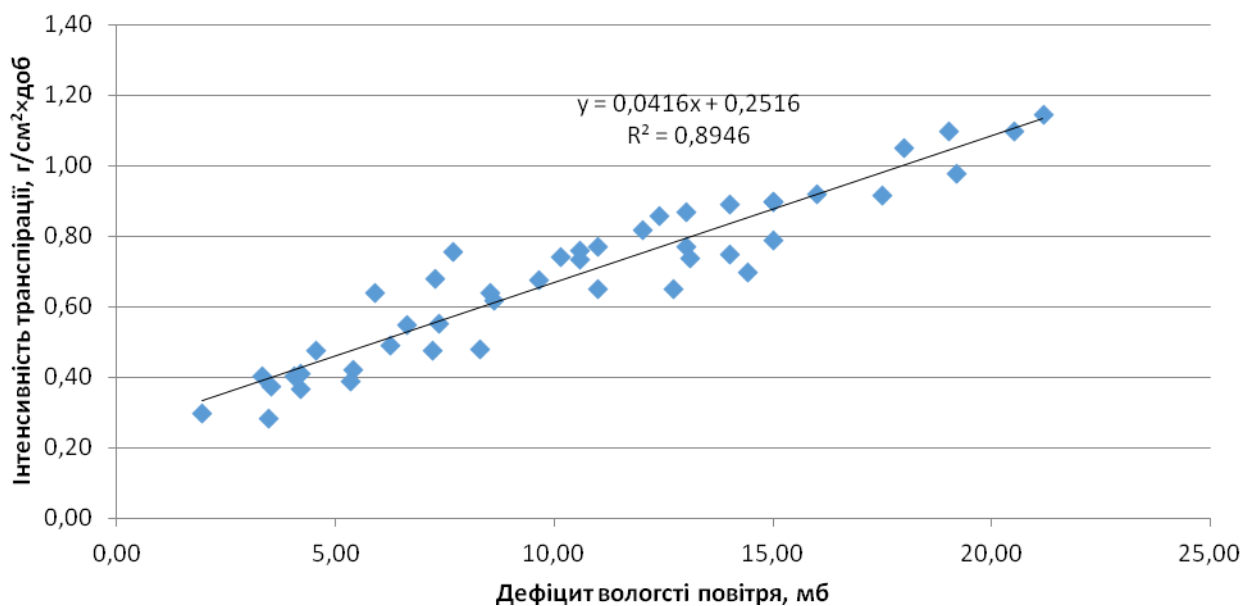


Рисунок 2. Залежність інтенсивності транспірації рослин валеріани лікарської від дефіциту вологості повітря

Величина достовірності апроксимації становить 0,8946, що свідчить високу достовірність залежності інтенсивності транспірації від дефіциту вологості повітря, та може бути використана для прогнозування транспірації валеріани лікарської.

Отже, результати досліджень доводять, що кількість води затраченої на транспірацію рослинами валеріани залежить від їх розвитку. Також встановлено вплив зовнішніх факторів на водоспоживання рослин, виявлено, що із підвищенням дефіциту вологості повітря підвищується інтенсивність транспірації.

УДК 631.51:633.11.2:631.6(477.72)

ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ ЗА РІЗНИХ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЗРОШЕННІ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

К.С. Грібінюк

Асканійська ДСДС ІЗЗ НААН України

Україна, с. Тавричанка

e-mail: gribinyukkateryna@ukr.net

Пшениця – найважливіша продовольча культура. До хімічного складу зерна входять всі необхідні для харчування елементи: білки, вуглеводи, жири, вітаміни, ферменти і мінеральні речовини. У зерновому балансі найвищу питому вагу займає пшениця озима, яка найбільш повно використовує біокліматичний потенціал регіонів і є основним джерелом грошових надходжень товаровиробників. До того ж пшениця озима – основна зернова культура зони Степу України.

Однією з найважливіших ланок у технологіях вирощування культур на зрошуваних землях є механічний обробіток ґрунту, водночас протягом останніх років стало очевидним, що традиційні системи обробітку, які базувалися на оранці, не мають достатньої ґрунтозахисної здатності. Розробка мінімізованих систем основного обробітку ґрунту і сівби в попередньо необроблений ґрунту, в інтенсивних сівоzmінах на зрошенні, є актуальним питанням, яке вимагає поглиблених досліджень.

На зрошуваних землях знайшли поширення короткоротаційні сівоzmіни з підвищеним насиченням високорентабельними просапними культурами, зростають обсяги застосування мінімізованих способів основного обробітку та сівби в попередньо необроблений ґрунт.

Завдання основного обробітку ґрунту полягає у створенні оптимальних параметрів щільності складення та пористості для сільськогосподарських культур, що обумовлює підвищення біологічної активності орного шару, сприяє накопиченню вологи та елементів мінерального живлення, забезпечуючи покращення поживного режиму та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур і збереження родючості ґрунтів.

Дослідження проводились у 2017 році на зрошуваних землях Асканійської державної сільськогосподарської станції Інституту зрошуваного землеробства НААН в зоні дії Каховської зрошувальної

системи. Ґрунт дослідного поля темно-каштановий, важко суглинковий, солонцюватий з вмістом гумусу – 2,3%, щільність складання орного шару 1,3 г/см², вологість в'янення 9,8%, найменша вологоємність 22,4 %.

Дослідження проводились в 4-пільній зерно-просапній сівозміні. Пшениця озима висівалася після сої. За контроль в досліді прийнято дисковий обробіток на глибину 12-14 см, що проводиться на фоні диференційованої системи основного обробітку в сівозміні. В другому варіанті також проводилося мілке дискове розпушування (12-14 см) на фоні тривалого його застосування протягом ротації. У третьому варіанті під пшеницю озиму застосовували глибоке (28-30 см) чизельне розпушування на фоні різноглибинної системи безполицевого обробітку. У четвертому варіанті вивчалась можливість і ефективність застосування сівби пшениці озимої в попередньо необроблений ґрунт. Ефективність способів і глибини основного обробітку та сівби пшениці озимої вивчалась з внесенням трьох доз мінеральних добрив (N₆₀P₄₀, N₉₀P₄₀, N₁₂₀P₄₀) удобрення в сівозміні.

Крім досліджуваних факторів агротехніка в досліді загальновизнана для зрошуваних земель Півдня України. Вегетаційні поливи проводилися дощувальною машиною «Zimmatik», передполивний поріг зволоження підтримувався на рівні 75% НВ.

В результаті досліджень встановлено, що найменша щільність складання ґрунту формувалася у варіанті чизельного обробітку на глибину 23-25 см в системі різноглибинного безполицевого розпушування протягом ротації та коливалася від 1,18 до 1,21 г/см³. Протягом вегетаційного періоду під впливом ущільнюючої дії атмосферних опадів, поливної води, ходових систем і робочих органів ґрунтообробних, посівних і збиральних агрегатів ґрунт ущільнився в усіх варіантах досліду водночас найбільша ступінь ущільнення відзначається у варіантах диференційованого і різноглибинного безполицевого розпушування і досягає 4,2-6,6%. У варіанті No-till при загальних більш високих показниках щільності складання на початку весняної вегетації пшениці озимої були в межах 1,29-1,32 г/см³ до збирання врожаю вони зросли на 2,3-4,6%.

Щільність складання ґрунту залежала від зволоження і навпаки – вологість орного шару була в зворотній залежності від показників щільності. З висушуванням зволоженого до найменшої вологоємності ґрунту відбувається його ущільнення. За нашими результатами щільність складання ґрунту збільшується тільки до 70% НВ, а потім починається зворотній процес.

При застосуванні протягом тривалого часу в сівозміні на зрошенні систем диференційованого, безполицевого мілкого і різноглибинного та сівби сільськогосподарських культур в попередньо необроблений ґрунт щільність складання ґрунту змінюється не істотно. Тільки в шарі 10-20см відзначалось незначне ущільнення ґрунту за сівби в попередньо

необроблений ґрунт за системи No-till. Поливна норма складала 500 м³ та проведено 5 поливів.

Найкращі умови для формування врожаю пшениці озимої створювалися за диференційованої системи основного обробітку з дисковим розпушуванням на 12-14 см під пшеницю озиму де урожайність була в межах 5,62-7,77 т/га.

Способи обробітку ґрунту суттєвого впливу на рівень урожайності не мали, водночас сівба пшениці озимої в попередньо необроблений ґрунт на фоні тривалого його застосування сівоzmіні призвела до істотного зниження рівня врожаю зерна.

У варіанті чизельного розпушування на 23-25 см в системі різноглибинного безполицевого обробітку у 2017 роках різниця в рівнях врожаю при збільшенні доз внесення азотного добрива до N₉₀ та N₁₂₀ досягала 19,5%.

Підвищення доз внесення мінеральних добрив у варіанті беззмінного застосування сівби в попередньо необроблений ґрунт у 2017 році забезпечило зростання врожаю порівняно з загальновизнаною дозою (N₆₀P₄₀) на 7,5%.

Для пшениці озимої кращі умови для формування врожаю створювалися за чизельного обробітку, де за дози мінеральних добрив N₉₀ отримана прибавка врожаю порівняно з контролем 0,58 т/га при НІР₀₅ = 0,42. Приріст врожаю пшениці озимої 0,27-0,37 т/га (при НІР₀₅ 0,12 т/га) одержано при збільшенні дози внесення мінеральних добрив під попередник (сою) з N₆₀ до N₁₂₀.

Оцінка економічної ефективності технологій вирощування пшениці озимої в сівоzmіні на зрошенні за 2017 рік свідчить, що найвищий прибуток забезпечує мілке безполицеве розпушування на 12-14 см та чизельне розпушування на 23-25 см, за яких отримали прибуток 20298-21873 грн/га та 20886-22111 грн./га при внесенні добрив нормою N₁₂₀P₄₀ та забезпечило рівень рентабельності 268-356% та 278,5-326 % відповідно.

Сівба пшениці озимої в попередньо необроблений ґрунт на фоні системи No-Till вимагає перегляду підходів до формування системи удобрення та удосконалення методів розрахунку доз внесення мінеральних добрив під пшеницю озиму, оскільки кількість вологи, розподіл поживних речовин та післяжнивних решток за профілем кореневмісного шару, тип і активність ґрунтових мікроорганізмів суттєво відрізняються від традиційної системи землеробства.

ЗМІСТ

ЗРОШУВАЛЬНІ ТА ОСУШУВАЛЬНІ МЕЛІОРАЦІЇ

Вступне слово	3
Мінза Ф.А., Шатковський А.П.	
Удосконалення методів призначення строків поливу за краплинного зрошення яблуні.....	5
Білоброва А.С.	
Конструктивні особливості поливальних трубопроводів системи підґрунтового краплинного зрошення	7
Бабіцька О.	
Системи протипаводкового захисту з малими ГЕС.....	11
Bohaienko V.O.	
Non-classical models of moisture transfer: possibilities of use in irrigation scheduling.....	14
Р.О. Кириша, І.Б. Дацишина	
Ефективність роботи дренажних модулів в якості регулюючої мережі осушувальних систем.....	14
Бутенко Я.О.	
Коригування параметрів моделі розрахунку сумарного випаровування за даними дистанційного зондування землі.....	17
Чорна К.І.	
Формування сценаріїв організації водоземлекористування на сільських територіях	20
Didenko N., Islam R.	
Impact of sustainable agricultural management practices on soil quality and crop productivity.....	21
Кіка С.М.	
Натурні дослідження водоспоживання кормових культур (пайзи, амаранту та кормових бобів) на осушуваних торфових ґрунтах полісся України (На прикладі пілотного об'єкту – осушувально-зволожувальної системи Сарненської дослідної станції ІВПіМ НААН).....	25

Котикович І.В.

Захист слабодренуваних територій від затоплення та підтоплення в зоні зрошуваного землеробства..... 28

Купєдінова Р.А.

Особливості технології переробки поливних трубопроводів систем краплинного зрошення..... 31

Мартинюк О.С.

Споживання елементів живлення рослинами цибулі ріпчастої та їх винос при різних нормах фертигації за краплинного зрошення 33

Малюк Т.В., Пчолкіна Н.Г., Козлова Л.В.

Елементи ресурсозберігаючої технології вирощування плодкових культур в зрошуваних умовах півдня України..... 34

Купєдінова Р.А.

Ізраїльський досвід ведення сільського господарства..... 38

Павелківська О.Є., Павелківський О.В.

Управління поливами на основі використання сучасних тензіометрів..... 40

Шліхта В.В.

Дослідження впливу запірно-регулювальної арматури на гідродинаміку та вібрацію насосних агрегатів зрошувальних систем... 44

Таргоній М.М.

Оцінка ефективності управління водоподачею на закритій зрошувальній системі з регулюючим басейном..... 47

Харламов О.І.

Ефективність систематичного горизонтального дренажу самопливного та примусового типу на слабостічних та безстічних територіях зрошуваних масивів.....= 50

Землянська Д.П.

Колекторно-дренажна мережа на меліорованих землях та її функції..... 53

ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ

Мосійчук Я.Б.

Аналіз станцій очищення стічних вод в сільській місцевості і шляхи їх удосконалення..... 57

Рожко В.І.

Екологічна оцінка якості вод у каналі дніпро-донбас при проведенні водообміну..... 60

АГРОЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ ТА ОХОРОНА ВОДНИХ РЕСУРСІВ І МЕЛІОРОВАНИХ ЗЕМЕЛЬ

Холодна А.С.

Вирощування верби енергетичної на осушуваних заплавних ґрунтах Харківщини..... 64

Морозов О.В., Морозов В.В., Безніцька Н.В.

Формування родючості і продуктивності сухостепових меліорованих ґрунтів в умовах регіональних змін клімату..... 65

**Войтенко Л.В., Строкаль В.П., Миронюк О.О., Кочин К.О.,
Войтенко А.Г.**

Методика комплексного оцінювання якості води для зрошення..... 68

Вердыш М.В.

Еколого-мелиоративная характеристика орошаемых и прилегающих земель Крыма..... 72

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Khaitov B., Ravshanov B., Davletova Z.

Cotton production in Uzbekistan: technology and management..... 77

Ретьман М.С., Марченко О.А., Мельничук Ф.С.

Захист суниці від хвороб ризоплана за краплинного зрошення..... 84

Мельник В.М.

Вплив посухи на симбіотичні взаємовідносини сої із бульбочковими бактеріями..... 86

Зосимчук М.Д., Зосимчук О.А., Данилицький О.А.

Перспективи вирощування біоенергетичних культур на осушуваних оргогогенних ґрунтах Західного Полісся..... 89

Коновалов В.М.

Зрошення як фактор підвищення врожайності льону олійного на півдні України 92

Приведенюк Н.В., Шатковський А.П., Трубка В.А.

Закономірності водного обміну, водоспоживання та формування продуктивності валеріани лікарської..... 95

Грібінюк К.С.

Продуктивність пшениці озимої за різних способів обробітку ґрунту на зрошенні півдня України..... 98

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

Матеріали

III Міжнародної науково-практичної конференції

молодих учених

**“РОЛЬ МЕЛІОРАЦІЇ ТА ВОДНОГО ГОСПОДАРСТВА
У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ЗЕМЛЕРОБСТВА”**

Відповідальний за випуск Ю. Даниленко

Редакторська група: Н. Діденко, Я. Бутенко, Р. Купедінова, М. Таргоній

Комп’ютерна верстка Ю. Даниленко

Підписано до друку 30.11.2017 р. Зам. №

Формат 60х90 1/16. Папір офсетний.

Наклад 60 прим. Ум. друк. арк 8,1

Друк «ЦП “КОМПРИНТ” »

Свідоцтво ДК №3131 від 04.08.2011 р.

м. Київ, вул. Предславинська, 28,

тел. 528-05-42