



УДК 631.371:621.31

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ РОЗРАХУНКУ ЖИВИЛЬНОГО РОЗЧИНУ ДЛЯ ГІДРОПОННОЇ ТЕПЛИЦІ**

Коваленко Л.Р., к.т.н.,

Коваленко О.І., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. +38 (061 92)42 11 74

*Анотація – в роботі проведено аналіз існуючих методів розрахунку живильних розчинів, на основі принципу поливу і технології подачі живильного розчину розроблено програмне забезпечення розрахунку живильного розчину і технологія його приготування, підбір і застосування мінеральних добрив.*

*Ключові слова – живильний розчин, малооб'ємна гідропоніка, комплексон, біометричні вимірювання.*

*Постановка проблеми.* Тепличне виробництво в даний час розвивається як динамічна і ефективна галузь сільського господарства, що має значення для постачання населення свіжими і багатими вітамінами овочами, коли не поступає продукція з відкритого ґрунту. Завдяки конкуренції, що посилюється, перед тепличними комбінатами встає завдання підвищення ефективності виробництва. Це завдання може бути вирішене тільки шляхом реконструкції і модернізації виробництва із застосуванням нових технологій [1 - 3].

Один з перспективних напрямів вдосконалення технології поливу в промислових теплицях полягає в застосуванні краплинного зрошування, що має ряд переваг перед традиційними способами поливу (шланговий полив, дощування). Краплинне зрошування є основним способом поливу при вирощуванні рослин методом малооб'ємної гідропоніки, яка передбачає створення оптимальних водно-повітряних, живильних і температурних параметрів в кореневій зоні рослин. Об'єм субстрату для життєдіяльності кореневої системи обмежений і є хімічно нейтральним середовищем, тому подача води, живильних елементів і тепла для підтримки заданих умов повинні здійснюватися своєчасно і в необхідних кількостях [1, 4].

Розробка та отримання універсального засобу рішення задачі розрахунку живильного розчину є актуальним, і призведе до автоматизації процесу з використанням математичних методів. [2, 5].

*Аналіз останніх досліджень.* На даний час не існує єдиної методики проведення розрахунку живильного розчину. Кожен агроном вирішує задачу залежно від власних знань і переваг. Зв'язано це з тим, що вибір добрив достатньо великий, а вимоги в різних тепличних господарствах відрізняються, що і призводить до того, що публікацій в спеціалізованих виданнях іноді виявляється недостатньо для складання оптимального живильного розчину [5].

Світовими лідерами в сільському господарстві і тепличних технологіях є голландські фірми. І виражено це як в науковій сфері, так і в самому виробництві. Завдяки міжнародним виставкам і постійній співпраці фахівців з різних країн, можна з упевненістю стверджувати, що програмний засіб автоматизації розрахунку живильного розчину існує і використовується голландськими виробниками. Проте це програмне забезпечення є комерційною таємницею, яка не рекламується і не продається офіційно в інших країнах. Пояснюється це специфічними особливостями ринку тепличних технологій [2, 3, 5].

*Формулювання цілей статті.* Необхідно розробити на основі принципу поливу і технології подачі живильного розчину програмне забезпечення розрахунку розчину, а також технологію його приготування, використання кислот і визначення їх кількості, підбір і застосування мінеральних добрив, підбір та підготовку субстратів для малооб'ємної технології. Провести оцінку економічних показників програмного забезпечення.

*Основна частина.* Накопичений досвід виробництва і впровадження устаткування дозволив розробити двох рівневу модель управління технологічними процесами в теплицях [2, 5].

Перший рівень є основним і є сукупністю автономних мікроконтролерів, які реалізують в автоматичному режимі технологічну програму поливу або мікроклімату в теплиці, шляхом управління доступними виконавчими механізмами. Дані з кожного контролера по єдиному каналу зв'язку щохвилини передаються на другий рівень.

Другий рівень управління представлений спеціальним програмним забезпеченням, встановленим на диспетчерських комп'ютерах. Автоматизований засіб розрахунку живильного розчину повинен знаходитися на даному рівні поряд з програмою моніторингу і графічного відображення інформації про стан контролерів, що управляють. Програмний комплекс, що працює на другому рівні, дозволяє за допомогою локальних обчислювальних мереж, передавати

і отримувати дані з комп'ютерів. У разі виникнення проблем на другому рівні, експерт, що знаходиться на відстані, може повністю відновити нештатну ситуацію і сформулювати відповідь про причини виниклої проблеми і дати рекомендації по її усуненню.

До складу системи полива і забезпечення кореневої зони рослин живильними елементами входять[4]:

- вузли попереднього приготування і баки готових маткових розчинів вузла розчину;

- вузол розчину для приготування і подачі живильного розчину, що складається з ємностей з матковими розчинами і кислотою, насосів і апаратури для їх дозування, змішувача, насоса для перемішування робочого розчину і подачі його в теплицю, а також фільтрів, датчиків температури, кислотності, електропровідності, расходоміра і автоматизованого контролера з пультом управління процесом поливу;

- магістральний трубопровід і краплинна мережа теплиці, по яких розподіляється живильний розчин.

Проаналізувавши принципи поливу і основи технології подачі живильного розчину, можна виділити наступні моменти:

- 1) Автоматизоване зрошення (подачу розчину в систему крапельниць і далі до рослин), забезпечує спеціальне обладнання, а головне - вузол розчину.

- 2) Вузол розчину використовує два баки з концентрованими (матковими) розчинами і один бак з кислотою.

- 3) Змішування концентрованих розчинів з водою ведеться по заданому значенню електропровідності ( $EC$ ), а бак кислоти потрібний для отримання розчину з необхідним значенням кислотності ( $pH$ ).

Найбільш важливо забезпечити рослини живильними елементами в період зростання і плодоношення. Підвищення врожайності в тепличному виробництві неможливе без рішення типової задачі розрахунку живильного розчину.

Існуюче різноманіття добрив ставить перед агрономом складне і трудомістке розрахункове завдання, процес рішення якого займає немало часу. Часто, виявляється не просто отримати задані рівні живильних елементів, і доводиться повторювати виконану роботу в спробах знайти оптимальний варіант. Чим більше вибір добрив, тим складніше визначити точний, якісний і економічно обґрунтований розчин для поливу рослин [5].

Відомо, що рослини більш ніж наполовину складаються з води. Тільки п'ята частина сухої ваги рослин складає неорганічна частина, яка відображає мінеральний склад, доступний в кореневій зоні. Потреба живлення пов'язана з браком простих неорганічних речовин, елементи поглинаються клітками коріння рослин не як молекули, а як

дисоційовані іони. Рослини володіють виборчою здібністю до поглинання іонів, віддаючи перевагу необхідним для їх розвитку.

Перед проведенням розрахунку необхідно врахувати і аналіз води для зрошування, так як в ній вже міститься та або інша кількість будь-якого макроелементу або мікроелементу. Скласти живильний розчин можна двома способами: на основі комплексних добрив (що містять і макро-, і мікроелементи) або використовуючи виключно прості. Дуже важливо при підборі добрив враховувати те, що вони повинні бути повністю розчинними у воді і не містити баластних домішок. На якість розчину сильним чином впливає ступінь його кислотності і електропровідності. Для того, щоб добитися кращого регулювання кислотності живильного розчину, в матковий розчин рекомендується додавати кислоту в кількості, щоб при приготуванні розчину (без включення кислотного бака)  $pH$  було вище заданого. Для цього потрібно варіювати значення  $pH$  і проводити точний розрахунок [6].

Начальные данные

(ммоль/л)	НСО <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	P	S	NH <sub>4</sub>	K	Ca	Mg
Уровни		16	1,25	1,375	1,25	8	4	1,375
Анализ воды	3,2	0,3		0,03		0,3	0,8	0,4
Растеор	2,2	15,7	1,25	1,345	1,25	7,7	3,2	0,975

(мг/л)	Fe	Mn	Zn	B	Cu	Mo
Уровни	0,837	0,549	0,327	0,27	0,048	0,048

Σ	Σ
20	20
ЕС воды	0,34
pH воды	6,4

Рис.1. Таблица початкових даних.

Далі приведемо деякі етапи проведення розрахунку живильного розчину. Всі дані вводяться в мілімолях на 1 літр живильного розчину. Рівні мікроелементів (*Fe*, *Mn*, *Zn*, *B*, *Cu*, *Mo*) вводяться, завантажуються і зберігаються аналогічно в наступній таблиці. На рисунку 2 зображено приклад повного заповнення, тобто введення рівнів макро- і мікроелементів, а також  $pH$  і  $ЕС$  води.

Показник  $pH$ , визначається, як негативний десятковий логарифм концентрації іонів водню в розчині, введений для кількісної оцінки кислотності або лужності даного розчину. У нейтральних розчинах показник  $pH$  дорівнює семи, в кислих розчинах  $pH$  менше семи, а в лужних, відповідно, більше. [4, 5, 6].

Наступним кроком є вибір добрив, які використовуються в розрахунку.

Розрахунок вже автоматично проведений, і показано перше рішення з мінімальною погрішністю. Зверху в першому рядку представлені задані рівні макроелементів і мікроелементів, а нижче – таблиця з всіма добривами, напроти яких стояли галочки. Для

макроелементів всі цифри показані в мілімолях, для мікроелементів – в міліграмах 1 літр розчину.

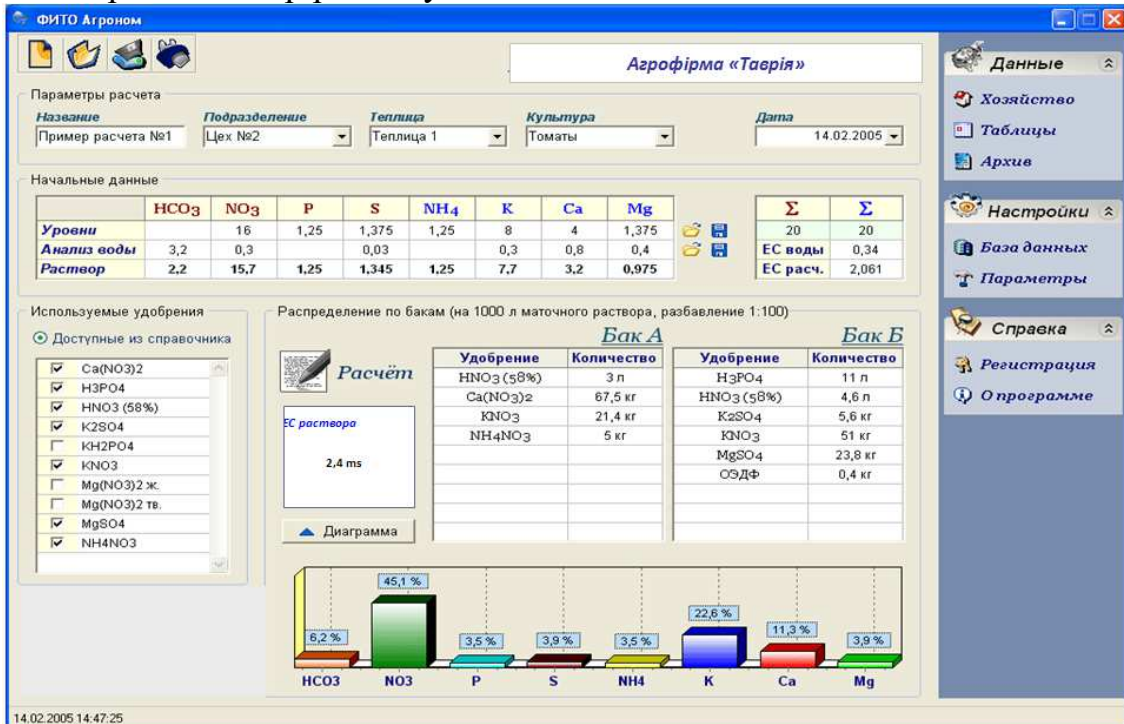


Рис. 2. Основне вікно програми після проведення розрахунку.

Результат розрахунку - це розподілений по баках список добрив (з обчисленим об'ємом), що забезпечує максимальну відповідність початковим рівням елементів і іншим агрономічним вимогам [2].

**Висновки.** Впровадження комп'ютерної програми в тепличних господарствах, що використовують гідропонні технології і краплинне зрошення, допоможе вирішити ряд проблем, і дозволить:

- підвищити ефективність праці агрономічного персоналу;
- стандартизувати різноманіття існуючих схем і способів розрахунку;
- понизити вірогідність помилки і збільшити точність рішення;
- оцінювати використання відразу багатьох варіантів добрив за їх вартістю, складом і пріоритетними характеристиками.

#### Література

1. Автоматическая установка для беспочвенного выращивания растений: ИЛ №182-91/ Казанский ЦНТИ-2с.
2. Кистень Г.Е. Определение концентрации питательного раствора в гидропонных теплицах кондуктометрическим способом / Г.Е. Кистень и др. // Механиз. и электриф. сел. х-ва.- К., 1990.- С.64-68.
3. Коваленко О.І. Енергозберігаючі технології обробки поливної води та живильних розчинів у теплицях / О.І. Коваленко, Л.Р. Коваленко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Вип. 33, Мелітополь: ТДАТА, 2005. – С.107–113.

4. *Костюченко В.А.* Расчет элементов гидропонной установки // Техника в сел. х-ве.-1991.-№2.- С.21-23.
5. *Пилюгина В.В.* Автоматическое управление подачей питательного раствора в теплице на малообъёмной гидропонике / *В.В. Пилюгина, Ю.Г.Шейнгин, Б.В.Захаров* // Науч.-техн. бюлл. по электриф.с.х-ва. ВИЭСХ. 1986. – Вып. 1(56). – с.33-38.
6. *Русин Г.Г., Федоров В.М.* Изменение электрического потенциала гравийного субстрата гидропонных теплиц / *Г.Г. Русин, В.М. Федоров* // Механиз. и электриф. сел. х-ва.- К.,1983.- Вып.58.- С.48-52.

## **РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РАСЧЕТА ПИТАТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ГИДРОПОННОЙ ТЕПЛИЦЫ**

Коваленко Л.Р., Коваленко А.И.

### *Аннотация*

**В работе проведен анализ существующих методов расчета питательных растворов, на основе принципа полива и технологии подачи питательного раствора разработано программное обеспечение питательного раствора и технология его приготовления, подбор и применение минеральных удобрений. Проведена оценка экономических показателей программного обеспечения.**

## **DEVELOPMENT OF PROGRAMMATIC COMPLEX OF CALCULATION OF NOURISHING SOLUTIONS IS FOR GIDROPONNOY HOTHOUSE**

L. Kovalenko, O. Kovalenko

### *Summary*

**The analysis of existent methods of calculation of nourishing solutions is in process conducted, on the basis of principle of watering and technology of serve of nourishing solution it is developed calculation of nourishing solution software and technology of his preparation, use of acids. The estimation of economic indicators of software is conducted.**