

в голові борозни змінювали в середньому від 0,12 до 0,20 л/с.

Встановлено, що рівномірність розподілення води довжиною борозни збільшується із збільшенням числа тактів (до 7-8 тактів), зменшенням їх тривалості (від 24 до 15 хв.), та із збільшенням витрат води в голові борозни (від 0,12 до 0,20 л/с.).

Для забезпечення автоматизації водорозподілу і нормування води в поливні борозни застосовували сифони та поливні трубопроводи.

Таким чином, за результатами досліджень, поверхневий спосіб поливу на діючих зрошувальних системах найдоцільніше застосовувати на ґрунтах із середньою і слабкою водонепроникністю, що дорівнює 0,05-0,15 м/год., або 0,1-0,2 л/с на 100 м борозни, з ухилами поверхні 0,001 до 0,05, а також за наявності доброї природної дренажності земель.

#### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Тимчасові рекомендації по організації поверхневого поливу по борознах на діючих зрошувальних системах з дощувальними машинами. К. 1997, ІГІМ УААН.
2. Рекомендації для агроформувань щодо застосування поверхневого поливу в межах діючих зрошувальних систем. К. 2002, 43 с.
3. І.В.Войтович, к.н.к., Л.В.Левко. Оптимізація параметрів трубопроводів при поверхневому поливі сільськогосподарських культур. – Вісник аграрної науки, 2001, с. 55-56.
4. Костяков А.Н. Основы мелиораций. М.: Сельхозгиз, 1960, - с. 621.
5. Терпигорев А.А. Технология дискретного полива, сущность и пути реализации. Информационный сборник "Передовой опыт в мелиорации и водном хозяйстве". Рекомендации по внедрению. М.: Минводхоз СССР, ЦБНТИ. – 1989. – № 4. – с.15-19.

УДК 628.35:361:631.67

### **ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ЗРОШЕННЯ СТИЧНИХ ВОД СПИРТОВО-ДРІЖДЖОВОГО ВИРОБНИЦТВА**

**А.В.ЧОРНОКОЗИНСЬКИЙ** – к.т.н.,

**Т.Л.САЛО** – к.с.-г.н., ст.н.с.,

**О.В.РОМАНЧУК** – с.н.с., Центральна науково-дослідна лабораторія  
якості води і ґрунтів Інституту гідротехніки і меліорації УААН

Україна є однією з найменш водозабезпечених серед європейських країн, у нас на одного мешканця припадає біля 1 тис.куб.м води на рік. До недавнього часу цей показник був визначаючим у створенні напруги у водогосподарсько-екологічній ситуації в Україні. Із збільшенням потреби в прісній воді погіршується її якість, що пов'язано головним чином зі скидом стічних вод. Щоб забезпечити водою

всіх споживачів необхідно раціонально її використовувати та виявляти нові ресурси.

В якості резерву для зрошення та удобрення сільськогосподарських угідь можуть використовуватись скидні води ряду промислових підприємств і в першу чергу - стічні води харчової промисловості, які вміщують значну кількість поживних речовин і не потребують значних капітальних вкладень в процес підготовки їх для зрошення. До таких стічних вод відносяться, зокрема, стічні води спиртово-дріжджевого виробництва. На Україні на даний час налічується біля 70 заводів, які можуть виробляти до 50 млн. декалітрів етанолу в рік. Приблизно половина продукції виробляється із зерна, а інша частина – з бурякової меляси. Проблема використання для зрошення та удобрення стічних вод спиртово-дріжджевого виробництва пов'язана з їх високою удобрювальною цінністю, а також з проблемою забруднення ними навколишнього середовища. Як відомо, стічні води спиртових заводів накопичуються на полях фільтрації, площі під якими на Україні щорічно зростають на 15-20 % (на даний час на полях фільтрації накопичилось біля 100 млн.м<sup>3</sup> стоків). Тому проведені нами дослідження були направлені на ефективне і екологічно прийнятне використання в зрошуваному землеробстві стічних вод з високими удобрювальними властивостями.

В умовах мікропольових дослідів та лізіметричних досліджень вивчався вплив зрошення неочищеними стічними водами (удобрювальний полив спиртового заводу Полтавської області) та очищеними на агрохімічні і фізико-хімічні властивості ґрунтів, динаміку важких металів та якість продукції. Очищені стічні води були одержані в результаті застосування розробленої комбінованої технологічної схеми очищення на основі біореактора UASB з анаеробними мікроорганізмами та гранульованим активним мулом. У процесі очистки стічних вод спиртових заводів утворюється біогаз (70% метану).

Досліди проводились на двох типах ґрунтів - чорноземах типових мало-гумусних та сірих лісових. Зрошення здійснювалось стічними водами Жовтневого спиртового заводу Полтавської області згідно водопотреби вирощуваних культур. Дослідження показали, що зрошення стічними водами суттєво поліпшує поживний режим ґрунтів, особливо сірих лісових.

З поживних елементів у стічних водах міститься найбільше калію - від 3,6 до 10,6 г/дм<sup>3</sup>. У стічних водах Жовтневого спиртзаводу його вміст - 4,3-9,2 г/дм<sup>3</sup> (табл.1).

Як відомо, невід'ємний компонент живлення рослин – це фосфор, але кількість його в стічних водах незначна – 25-58 мг/дм<sup>3</sup>. Тому удобрювальний полив стічними водами згідно зі схемою дослідів проводився з донесенням фосфорних добрив відповідно до потреб рослин у даному елементі живлення.

**Таблиця 1 – Вміст поживних речовин в стічних водах Жовтневого спиртзаводу Полтавської області, мг/дм<sup>3</sup>**

Показники	1977р.	2001 р.	2002 р.
N	1950	456	192
P	сліди	25	58
K	3617	9232	10600
NO <sub>3</sub>	272	відсутні	256
NH <sub>4</sub>	347	100	33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	сліди	відсутні	50
K <sub>2</sub> O	4340	9200	4550

Після проведення удобрювального поливу стічними водами спиртзаводу чорнозему типового малогумусного відбулись певні зміни в складі агрохімічних показників, але що стосується гумусу та загального азоту, вміст їх практично не змінювався, порівнюючи з вихідними весняними зразками. Кількість гумусу у верхньому шарі (0-20 см) коливалась у межах 2,5-3,0%, а загального азоту – 0,11-0,13%.

Найбільш суттєві зміни відбулись у вмісті рухомих форм поживних речовин: калію, азоту гідролізованого, фосфатів.

Як свідчать лізиметричні дослідження, значна частина калію вимивається в більш глибокі горизонти, але і досить висока його кількість залишається в ґрунті, особливо в шарі ґрунту 0-20 см. Так, вміст калію в шарі ґрунту 0-20 см під кукурудзою досягає до 110, а під соняшником – 57,5 на 100 г ґрунту, відповідно, на контролі (без зрошення) – 8,3 і 3,8 мг на 100 г ґрунту.

Помітно збільшилась у ґрунті кількість легкогідролізованого азоту. Так, якщо на варіантах без зрошення у верхньому шарі ґрунту вміст його був 7,7-8,7, то на зрошуваних варіантах – 8,8-17,4 мг на 100 г ґрунту.

Що стосується нітратів (N-NO<sub>3</sub>), більша їх частина вимивається з ґрунту і поглинається рослинами (більшою мірою соняшником), що підтверджується лізиметричними дослідженнями. А в ґрунті суттєвого підвищення нітратів не спостерігається. Аміачний азот, вірогідно, звітряється в процесі зрошення. Рухомий фосфор (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) в основному затримується в ґрунті. На зрошуваних варіантах вміст фосфору помітно підвищився, особливо під кукурудзою, вірогідно, за рахунок довнесення його з добривом (відповідно до методики дослідів). У верхньому шару ґрунту (0-20 см) під кукурудзою вміст P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> становить 16-23, а під соняшником 12-15 мг на 100 г ґрунту.

Аналогічні дослідження також проводились на сірих лісових ґрунтах. Після поливу стічною водою вміст компонентів групи азоту в цих ґрунтах помітно збільшується (на відміну від чорнозему типового). Так, кількість азоту загального збільшилась до 0,15-0,16%, легкогідролізованого (N-Нл.г.) до 9,0-9,9 (контроль – 5,4-6,2) мг на

100 г ґрунту; нітратів (N-NO<sub>3</sub>) 13,4-17,1 (контроль – 6,3-6,7) мг на 100 г ґрунту. Суттєвого збільшення вмісту аміачного азоту (N-NH<sub>4</sub>) не відмічено. Підвищення вмісту азоту в ґрунті має позитивний вплив на поживний режим ґрунту. А що стосується калію (K<sub>2</sub>O) – відмічено значне накопичення його в ґрунті до 57,5-66,5 (контроль – 5,3-11,9) мг на 100 г ґрунту. Так, як і на чорноземі типовому малогумусному більший вміст калію зафіксований під кукурудзою. Дещо поліпшується фосфорний режим ґрунту, що сприяє збалансованому живленню рослин.

Таким чином, зрошення стічними водами спиртзаводу має в цілому позитивний вплив на динаміку поживного режиму ґрунту, за винятком калійних форм (K<sub>2</sub>O), що можуть накопичуватись в ґрунті вище необхідної норми.

Слід відмітити, що зрошення стічними водами спиртово-дріжджевого виробництва сприяє накопиченню водорозчинних солей в ґрунті. Мінералізація стічних вод досягає до 12 г/л, що обумовлено високим вмістом гідрокарбонатів, калію, натрію, хлору.

Проведені лізиметричні дослідження дають можливість простежити за характером розподілу водорозчинних солей в товщі ґрунтового профілю і виявити основні компоненти солей, які вимиваються за межі ґрунтового профілю. Як показали результати досліджень, найбільше схильні до вимивання сульфати та хлориди. Так, при поливі стічною водою кукурудзи кількість сульфатів (SO<sub>4</sub>) у фільтраті лізиметричних вод становила 198,9 мг/дм<sup>3</sup>, а при поливі чистою водою, відповідно, 42,5 мг/дм<sup>3</sup>; в фільтраті лізиметричних вод під соняшником кількість сульфатів у стічній воді була до 200 мг/дм<sup>3</sup>, а в фільтраті водопровідної води, відповідно, – 28,3 мг/дм<sup>3</sup>.

Після здійснення поливу неочищеними стічними водами в сольовому складі чорнозему типового малогумусного відбулися помітні зміни. Порівнюючи з вихідними даними та контролем (без зрошення), відбулося суттєве збільшення вмісту іонів хлору – до величини 0,1-0,2 (контроль – 0,02-0,04) мг-екв. на 100 г ґрунту. Тобто значна кількість іонів хлору в основному затримується в ґрунті, не зважаючи на суттєве вимивання хлоридів в більш глибокі горизонти ґрунту, що підтверджується лізиметричними дослідженнями. Необхідність зменшення вмісту хлор-іону в стічних водах буде враховано у подальшій розробці технології їх очистки. Відповідно до лізиметричних досліджень, у фільтраті стічних вод найбільше виявлено сульфат-іонів, а кількість їх у ґрунті, за даними водної витяжки, має незначне збільшення. Так, наприклад, у шарі ґрунту 0-60 см на контрольному варіанті (без зрошення) вміст сульфатів у ґрунті становить 0,12-0,20 мг-екв. на 100 г ґрунту, а після поливу, відповідно, – 0,30-0,57 мг-екв. на 100г ґрунту.

Загальна кількість солей, за даними аналізу, як сухого, так і прожареного залишків дещо збільшується на зрошуваних варіантах.

У даних ґрунтах дещо більший вміст солей спостерігається під соняшником. Так, у шарі ґрунту 0-20 см під культурою соняшника сухий залишок – 0,08%, а під кукурудзою – 0,06%, відповідно на контролі – 0,04 і 0,05%; прожарений залишок ґрунту під соняшником – 0,07%, під кукурудзою – 0,03, відповідно, на контролі – 0,04 і 0,03%.

Після проведення удобрювального поливу стічними водами спиртового заводу як в чорноземі типового малогумусного, так і в сірому лісовому в складі увібраних основ (зокрема, натрію), відбулись суттєві зміни. Так, на чорноземних ґрунтах на зрошувальних варіантах, порівнюючи з контролем (без зрошення), вміст увібраного натрію у верхньому шарі ґрунту (0-20 см) підвищився до 2,45-3,76% від суми увібраних основ (під кукурудзою), а під соняшником до 2,39-3,40%. Відповідно, на варіантах без зрошення кількість його в шарі 0-20 см була 0,13-0,16%, а в нижніх – не перевищувала 0,49-1,46%, тобто на неполивних варіантах дані аналогічні, як і у вихідних зразках ґрунту.

Що стосується сірих лісових ґрунтів, на яких проводились аналогічні спостереження, також відмічається збільшення вмісту увібраного натрію. Якщо на варіантах без зрошення кількість його в шарі ґрунту 0-20 см складає 0,03-0,06 мг-екв. на 100 г ґрунту, то на варіантах, де був проведений полив, вміст його в ґрунті – 0,4-0,6 мг-екв. на 100 г ґрунту. А процент увібраного натрію від суми обмінних основ збільшився до 2,5-4,9% (без зрошення, відповідно, 0,2-0,5%).

Щодо вмісту важких металів результати досліджень фільтрату лізиметричних вод при зрошенні стічною водою (чорнозему типового малогумусного) показали, що в стічних водах зосереджена значна кількість заліза – 11,7 мг/дм<sup>3</sup>, за допустимого ГДК для зрошення – 5 мг/дм<sup>3</sup>.

У стічних водах Жовтневого спиртзаводу відмічено також перевищення ГДК за вмістом міді та кадмію.

Як видно з даних хімічних аналізів лізиметричних вод, у деяких випадках як під кукурудзою, так і під соняшником у фільтраті стічних вод зафіксована кількість кадмію, яка знаходиться на рівні ГДК, або дещо перевищує його, тобто вміст його становить 0,011-0,015 мг/дм<sup>3</sup>. Це свідчить про те, що певна частина кадмію вимивається в більш глибокі горизонти ґрунту, але й значна частина його залишається в ґрунті.

Зрошення очищеними стічними водами розпочато в 2003 році. Результати досліджень анаеробної очистки стічних вод спиртового заводу в біореакторі показали, що ефект очищення за ХСК (хімічне споживання кисню) - 77%, при цьому вихід біогазу 0,67 м<sup>3</sup> на 1 кг знятого ХСК з м<sup>3</sup> стічної води (всього біогазу отримано в дослідах 7,2 м<sup>3</sup> з 1 м<sup>3</sup> стічних вод). Ефект очищення за важкими металами знаходиться в межах 30-80%. Спостерігається суттєве зменшення в результаті очистки вмісту органічного вуглецю (65-95%), що свідчить

про значне поліпшення якості стічних вод у санітарно-гігієнічному відношенні. Зниження мінералізації стічної води (на 30%) в основному відбувається за рахунок зменшення вмісту калію, сульфатів, нітратів. Але слід відмітити, що на даний час досліджень ще не досягнуто зменшення вмісту в стічній воді натрію, хлору і гідрокарбонатів.

### **Висновки**

1. Зрошення стічними водами спиртово-дріжджевого виробництва позитивно впливає на поживний режим ґрунту в основному за рахунок збагачення його рухомими формами азоту та калію.

2. При зрошенні неочищеними стічними водами спостерігається тенденція до накопичення сульфатів, хлоридів, солей калію та натрію, але процент вмісту загальної кількості солей не перевищує 0,06-0,07%. Вміст увібраного натрію помітно збільшується до 2,5-4,9% (без зрошення – 0,2-0,5%).

3. Проведені дослідження за динамікою важких металів свідчать, що в неочищених стічних водах виявлено перевищення ГДК за вмістом міді та кадмію.

4. З метою утилізації та екологічно-прийняттого використання стічних вод спиртово-дріжджевого виробництва в сільському господарстві розробляється технологія очищення стічних вод на основі біореактора UASB з анаеробними мікроорганізмами та гранульованим активним мулом. У процесі очистки стічних вод одержується біогаз (70% метану), ефект очищення за ХСК (хімічне споживання кисню) – 77%, за вмістом загального вуглецю 40-84%, а за вмістом органічного вуглецю – 65-91%. Ефект очищення за вмістом важких металів – 30-80%. Загальна мінералізація стічної води зменшується на 30%.

### **ЛІТЕРАТУРА:**

1. Хруслова Т.Н. Методические рекомендации: Требования к качеству сточных вод предприятий спиртовой промышленности в целях использования их для орошения. -Киев: УкрНИИГиМ, 1976. - 34 с.
2. Хруслова Т.Н. Рекомендации об использовании сточных вод спиртовых заводов для орошения сельскохозяйственных культур. РТМ 33.04.012.77. - Киев: УкрНИИГиМ, 1977. - с. 3-58.