

## Заключение

Сравнительный анализ репрезентативных по значениям стока и способам интерпретации карт среднего годового стока, построенных для различных периодов осреднения, подтвердил данные, представленные в таблице 1 (1956–2005 гг.). Для рек бассейна Западной Двины характерно несущественное увеличение значений стока. Для бассейнов Немана и Вилии, наоборот, – выявлено его уменьшение. По Белорусскому Полесью проходит изолиния стока со значением 4, а не 3,5 как это было прежде, что свидетельствует об увеличении водности рек бассейна Припяти. Для Днепра и его основных притоков – Березины и Сожа, а также для Западного Буга выявлены как уменьшение, так и увеличение значений модуля среднегодового стока. Построенная уточненная карта модуля среднегодового стока рек Беларуси (рис. 3, 1956–2005 гг.) может быть использована при определении характеристик годового стока в случае отсутствия данных наблюдений. Изменения объемов стока рек и гидрологического режима в современных условиях вызваны усилением интенсивности общей циркуляции атмосферы и трансформацией процесса тепловлагообмена на водосборах рек Беларуси.

## Список литературы

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. (<http://bels-tat.gov.by/homep/ru/indicators/communal.php>)
2. Плужников, В.Н. Водные ресурсы Беларуси, их использование и охрана / В.Н. Плужников, М.В. Фадеева, В.И. Бучурин // Природные ресурсы. – № 1. – 1996. – С. 24–29.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Белоруссия и Верхнее Поднепровье. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Т. 5, ч. 1. – 718 с.
4. Беларуская энцыклапедыя: у 18 т. / Рэдкал.: Г.П. Пашкоў (гал. рэд.) [і інш.]. – Мінск: БелЭн, 2002. – Т. 15. – 552 с.

УДК 631.95

## МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОРОШЕНИЯ СЕЛЬХОЗУГОДИЙ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ СГЦ «ЗАПАДНЫЙ»

**Волчек А.А. \***, **Чезлова О.Е. \*\***

\*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [vig\\_bstu@tut.by](mailto:vig_bstu@tut.by)

\*\*Государственное научное учреждение «Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси», г. Брест, Республика Беларусь, [olgachezlova@tut.by](mailto:olgachezlova@tut.by)

*Population dynamics of sanitary indicative bacteria in sewage irrigated soil was characterized by feature - increase performance by 10 - 100 times immediately after irrigation and decrease by the end of the growing season. The exception was the rate of coliforms. By the end of the growing season the growth of bacteria was observed in this group compared with the control in the 2,1 – 4,5 times.*

## **Введение**

Утилизация сточных вод (СВ) крупных животноводческих комплексов в настоящее время является серьезной проблемой. Содержание значительного количества питательных веществ позволяет рассматривать данный отход в качестве вторичного ресурса, используя его как мелиорант сельхозугодий. Считается, что использование навозных стоков для орошения в сочетании с комплексом природоохранных мероприятий, при благоприятных гидрогеологических условиях и научно обоснованном режиме удобрительных поливов, обеспечивает надежность эксплуатации земледельческих полей орошения (ЗПО) [1]. При назначении поливного режима, прежде всего, руководствуются объемом водопотребления сельскохозяйственных культур, потребностью их в удобрениях, объемом животноводческих стоков и содержанию в них питательных веществ [2]. Однако практика показывает, что присутствие значительного количества патогенной и условно-патогенной микрофлоры в недостаточно обеззараженной СВ создает необходимость учета динамики бактериологических показателей почвы при разработке режима орошения для предотвращения ее инфицирования и биологического загрязнения поверхностных вод. Известно, что основная масса патогенной флоры, попавшей в почву с оросительной водой, постепенно отмирает. Это зависит от свойств микробов, типа и физико-химических свойств почв, ее токсичности, наличия антагонистов-сапрофитов и бактериофагов и др. Некоторые представители микрофлоры СВ, попадая в почву, вступают в ее биоценоз, участвуют в биохимических процессах, а отдельные виды бактерий остаются постоянными обитателями почвы.

Задачей данного исследования явилась оценка динамики различных групп бактерий почвы сельхозугодий при орошении ее животноводческими СВ селекционно-гибридного центра (СЦГ) «Западный» и определение основных бактериологических показателей при разработке режима орошения.

### **Объекты и методы исследования.**

Объектами исследования явились почвы сельхозугодий свиноводческого комплекса «Западный» и микроорганизмы почв.

СЦГ «Западный» – крупный свиноводческий комплекс. В день здесь образуется около 1000 м<sup>3</sup> стоков. Перед подачей на поля для орошения они проходят несколько стадий подготовки для снижения риска загрязнения окружающей среды. Обеззараживание СВ достигается путем длительной стабилизации в промежуточных прудах и прудах-накопителях.

Для проведения исследований был выбран участок поля, занятого кукурузой. Почвы дерново-подзолистые супесчаные. На орошаемом участке определены две типичные площадки 5х5 м для отбора проб и определены их географические координаты. Также была выделена контрольная пробная площадка без орошения СВ. Фактический полив СВ составил (по данным СЦГ «Западный»):

- пробная площадка № 1 – 280 м<sup>3</sup>/га;
- пробная площадка № 2 – 110 м<sup>3</sup>/га.

Для изучения влияния орошения животноводческими стоками на процессы самоочищения почвы пробы отбирались перед началом орошения (фон), спустя 2 – 3 дня после внесения стоков и далее через 2 и 4 недели, а затем 1 раз в месяц до окончания вегетационного периода.

Определение бактериологических показателей почвы проводилось по стандартным методикам, принятым на территории Республики Беларусь и включало определение следующих показателей: бактерий группы кишечных палочек (БГКП), энтерококков, сульфитредуцирующих клостридий *Clostridium perfringens*, общего микробного числа (ОМЧ), термофильных и нитрифицирующих бактерий, неферментирующих грамотрицательных бактерий (НГОБ), патогенных энтеробактерий р. *Salmonella*. При учете количества микроорганизмов производился расчет на 1 г абсолютно сухой почвы [3].

Орошение СВ исследуемого участка проводилось в один этап - 1 июля 2013 г.

### Результаты и их обсуждение

Проведенный бактериологический анализ СВ СГЦ «Западный» показал, что в ней содержится значительное количество санитарно-показательных бактерий: БГКП ( $10^3 - 9 \cdot 10^4$  колониобразующих единиц (КОЕ) в 100 мл), энтерококков ( $9 \cdot 10^3 - 9,6 \cdot 10^4$  КОЕ в 100 мл), сульфитредуцирующих клостридий (20–40 КОЕ в 100 мл). СВ также содержат большое количество неферментирующих бактерий р. *Pseudomonas* -  $10^3 - 10^4$  КОЕ в 1мл. Сальмонеллы обнаружены не были.

В результате орошения животноводческими стоками произошли изменения в качественном и количественном составе почвенной микробиоты исследуемого участка.

Бактериологические показатели полевого участка показаны в таблицах 1, 2, 3.

**Таблица 1 – Бактериологические показатели почвы участка под кукурузой (при поливе  $280 \text{ м}^3/\text{га}$ )**

Показатель	Значение для «чистой» почвы [3, 4]	До полива 21.06.13	После полива				
			04.07. 2013	16.07. 2013	08.08. 2013	04.09. 2013	14.10. 2013
БГКП, КОЕ/г	1 - 9	$1,11 \cdot 10^2$	35	$1,17 \cdot 10^2$	$1,08 \cdot 10^2$	$2,12 \cdot 10^2$	$2,03 \cdot 10^3$
Энтерококки, КОЕ/г	1 - 9	11	$1,19 \cdot 10^3$	$5,83 \cdot 10^2$	53	21	19
ОМЧ, КОЕ/г		$1,17 \cdot 10^5$	$1,56 \cdot 10^6$	$1,75 \cdot 10^5$	$8,3 \cdot 10^5$	$2,97 \cdot 10^5$	$4,29 \cdot 10^5$
Титр сульфитредуцирующих клостридий, г	0,01 и выше	> 0,1	0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1
Титр нитрифицирующих бактерий, г	0,1 и выше	0,1	0,001	0,001	0,01	0,01	0,01
Термофильные бактерии, КОЕ/г	$10^2 - 10^3$	$2,18 \cdot 10^3$	$9,54 \cdot 10^4$	$4,8 \cdot 10^4$	$4,46 \cdot 10^4$	$2,12 \cdot 10^4$	$4,06 \cdot 10^4$
НГОБ, КОЕ/г		$1,1 \cdot 10^3$	$3,58 \cdot 10^4$	$1,05 \cdot 10^4$	$1,08 \cdot 10^3$	$9,55 \cdot 10^3$	$5,63 \cdot 10^3$

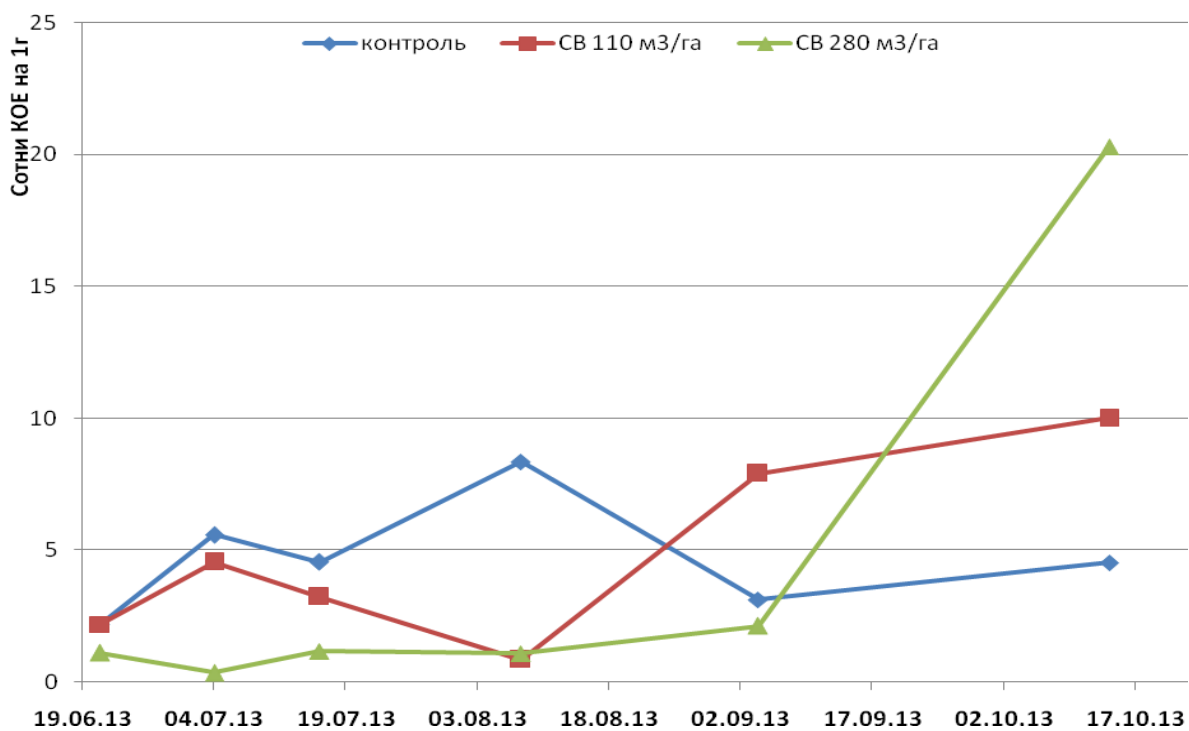
**Таблица 2 – Бактериологические показатели почвы участка под кукурузой (при поливе 110 м<sup>3</sup>/га)**

Показатель	Значение для «чистой» почвы [3, 4]	До полива 21.06. 2013	После полива				
			04.07. 2013	16.07. 2013	08.08. 2013	04.09. 2013	14.10. 2013
БГКП, КОЕ/г	1 - 9	2,18 x10 <sup>2</sup>	4,55 x10 <sup>2</sup>	3,22 x10 <sup>2</sup>	0,84 x10 <sup>2</sup>	7,9x10 <sup>2</sup>	1x10 <sup>3</sup>
Энтерококки, КОЕ/г	1 - 9	25	1,19 x10 <sup>2</sup>	39	12	9	11
ОМЧ, КОЕ/г		5,42 x10 <sup>4</sup>	4,31 x10 <sup>5</sup>	2,74 x10 <sup>5</sup>	2,88 x10 <sup>5</sup>	2,64 x10 <sup>5</sup>	2 x10 <sup>5</sup>
Титр сульфитредуцирующих клостридий, г	0,01 и выше	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1
Титр нитрифицирующих бактерий, г	0,1 и выше	0,1	0,01	0,001	0,001	0,01	0,01
Термофильные бактерии, КОЕ/г	10 <sup>2</sup> – 10 <sup>3</sup>	2,18 x10 <sup>3</sup>	9,36 x10 <sup>4</sup>	4,19 x10 <sup>4</sup>	3,12 x10 <sup>4</sup>	1,01 x10 <sup>4</sup>	2,24 x10 <sup>4</sup>
НГОб, КОЕ/г		1,09 x10 <sup>3</sup>	1,17 x10 <sup>4</sup>	5,3 x10 <sup>3</sup>	3,19 x10 <sup>3</sup>	2,68 x10 <sup>3</sup>	4,45 x10 <sup>3</sup>

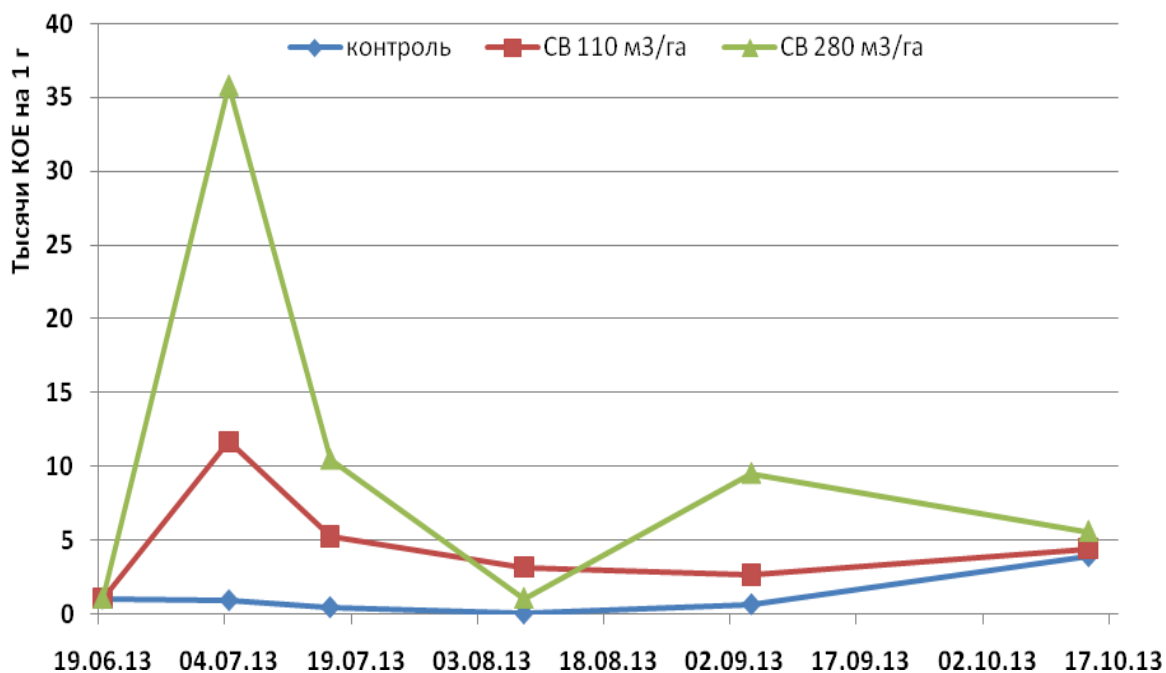
**Таблица 3 – Бактериологические показатели почвы участка под кукурузой (контроль)**

Показатель	Значение для «чистой» почвы [3, 4]	21.06. 2013	04.07. 2013	16.07. 2013	08.08. 2013	04.09. 2013	14.10. 2013
Энтерококки, КОЕ/г	1 - 9	23	44	14	17	4	8
ОМЧ, КОЕ/г		2,18 x10 <sup>4</sup>	1,07 x10 <sup>5</sup>	1,07 x10 <sup>5</sup>	1,13 x10 <sup>5</sup>	7,4x10 <sup>4</sup>	1,47 x10 <sup>4</sup>
Титр сульфитредуцирующих клостридий, г	0,01 и выше	> 0,1	>0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1
Титр нитрифицирующих бактерий, г	0,1 и выше	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,01
Термофильные бактерии, КОЕ/г	10 <sup>2</sup> – 10 <sup>3</sup>	2,18 x10 <sup>3</sup>	9,54 x10 <sup>4</sup>	4,8x10 <sup>4</sup>	4,46 x10 <sup>4</sup>	2,12 x10 <sup>4</sup>	4,06 x10 <sup>4</sup>
НГОб, КОЕ/г		2,18 x10 <sup>3</sup>	2,23 x10 <sup>3</sup>	4,1x10 <sup>3</sup>	3,02 x10 <sup>3</sup>	2,09 x10 <sup>3</sup>	2,26 x10 <sup>3</sup>

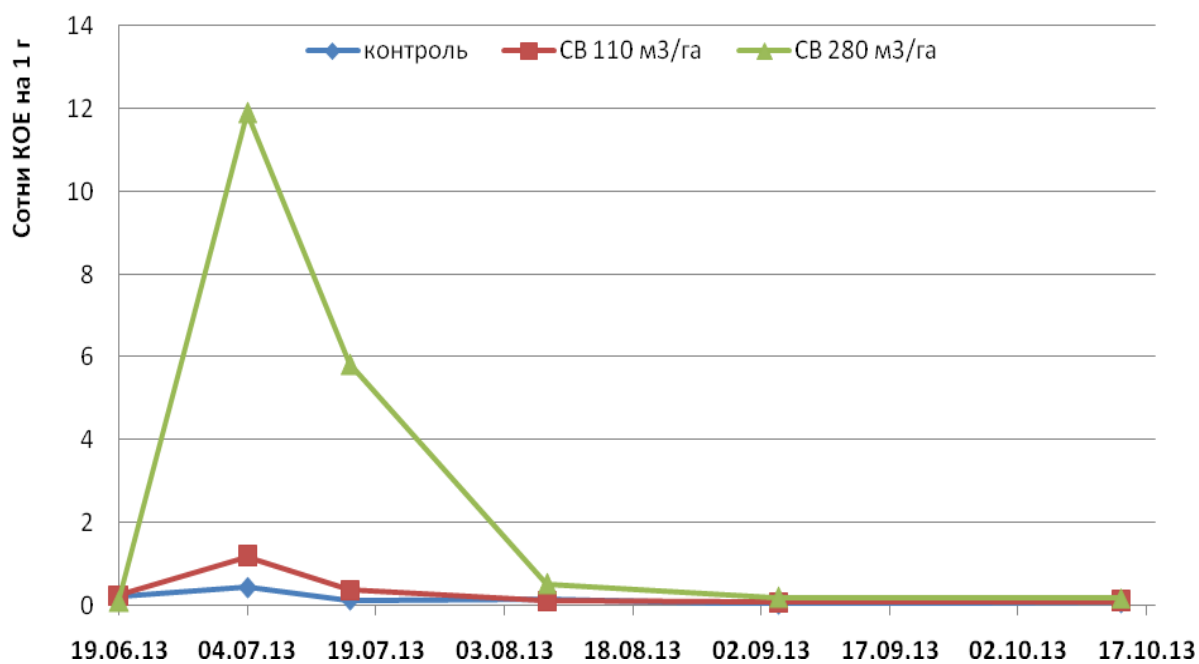
На рисунках 1, 2, 3, 4, 5 отражена динамика различных групп бактерий в почвах полевого участка.



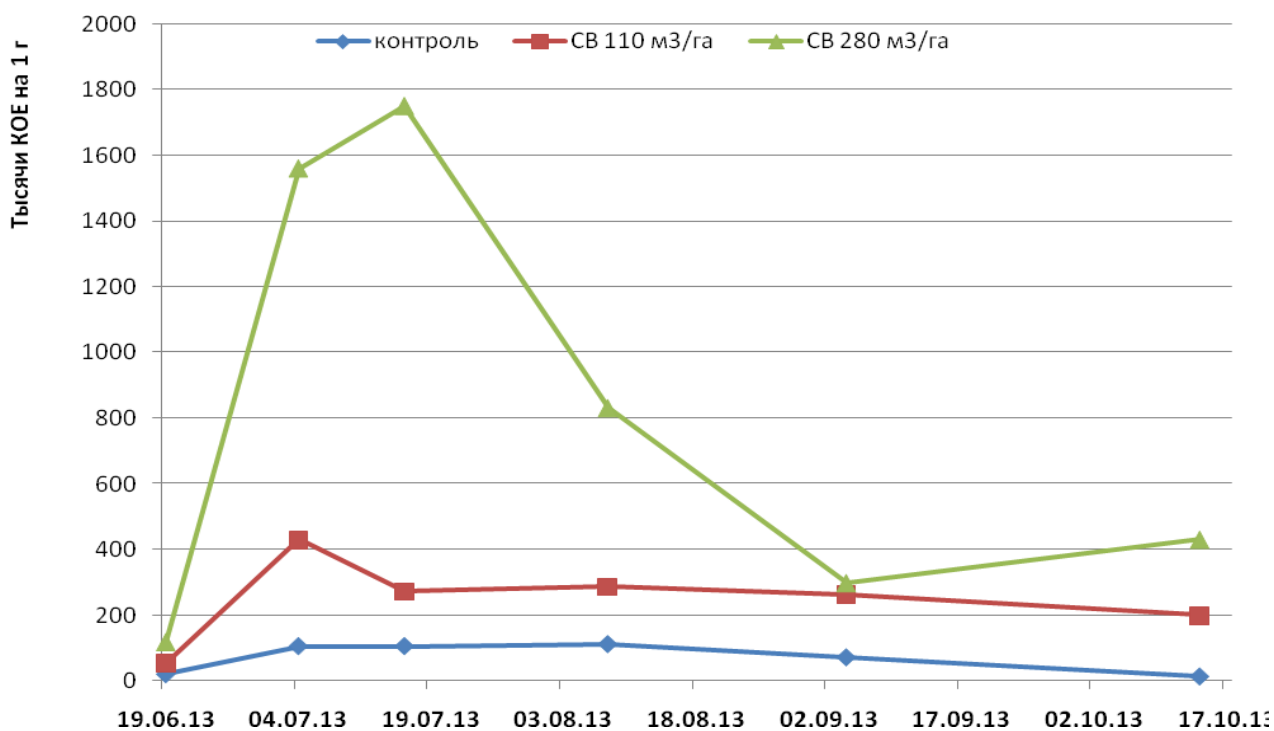
**Рисунок 1** – Динамика бактерий группы кишечной палочки в почвах полевого участка под кукурузой



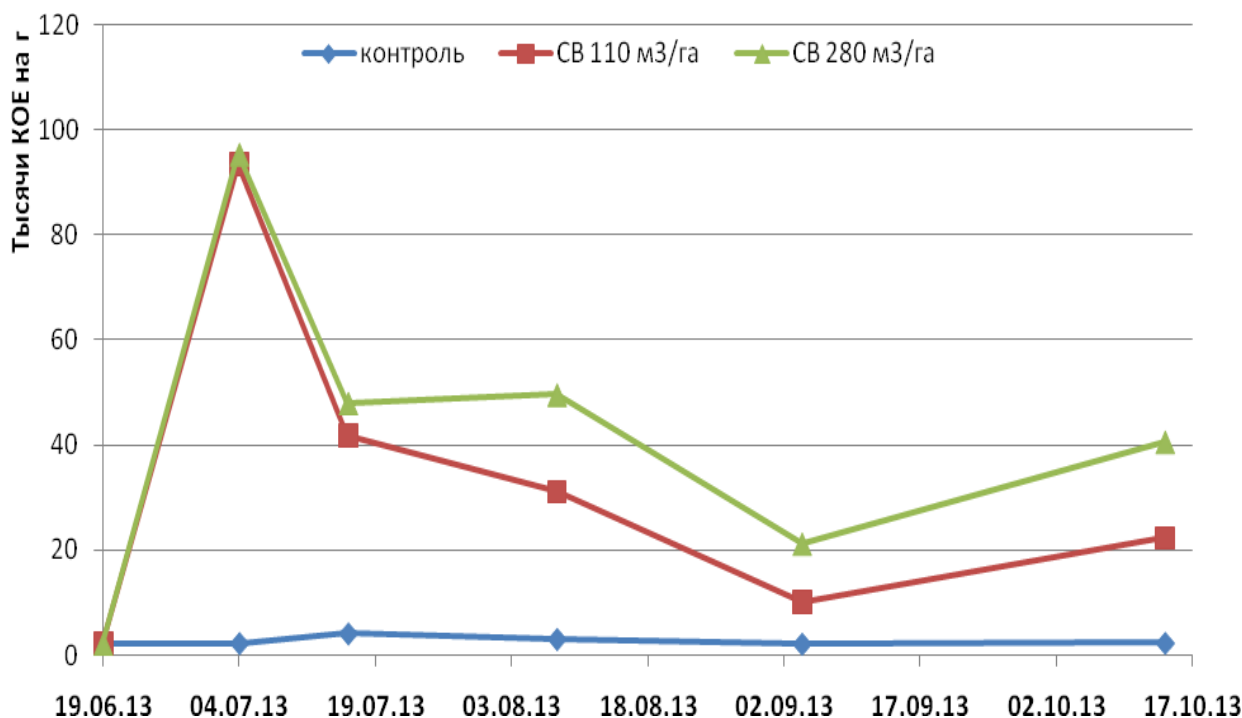
**Рисунок 2** – Динамика неферментирующих грамотрицательных бактерий в почвах полевого участка под кукурузой



**Рисунок 3 – Динамика энтерококков в почвах полевого участка под кукурузой**



**Рисунок 4 – Динамика общего микробного числа почв полевого участка под кукурузой**



**Рисунок 5** – Динамика термофильных бактерий в почвах полевого участка под кукурузой

Сразу после орошения СВ большинство показателей значительно увеличивается. Так, количество энтерококков увеличилось в 13,2 раза при поливе 110 м<sup>3</sup>/га, а при 280 м<sup>3</sup>/га – в 132,2 раза. Общее микробное число увеличилось в 8 раз при поливе 110 м<sup>3</sup>/га, а при поливе 280 м<sup>3</sup>/га – в 15 раз. Количество термофильных бактерий увеличилось приблизительно в 44 раза в почвах обеих пробных площадок. Количество неферментирующих грамотрицательных бактерий увеличилось в 10,7 раз при поливе 110 м<sup>3</sup>/га, а при 280 м<sup>3</sup>/га – в 32,6 раза.

Обращает на себя внимание факт снижения количества БГКП сразу после орошения при поливе 280 м<sup>3</sup>/га, что можно объяснить ухудшением почвенных условий для данной группы бактерий, а также антагонизмом с другими представителями микробиоты. Однако к концу вегетационного периода этот показатель возрастает в 18 раз по сравнению со значением его до орошения (в 4,5 раз в сравнении с контролем), достигая значения 2,03×10<sup>3</sup>, что более чем в 200 раз превышает норму для «чистой» почвы. При объеме полива 110 м<sup>3</sup>/га значение БГКП сначала возрастает в 2 раза, а затем наблюдается его спад через месяц после орошения. К концу вегетационного периода при этой норме полива также наблюдается возрастание количества БГКП в 4,6 раза по сравнению с периодом до орошения (в 2,1 раз в сравнении с контролем), достигая значения 10<sup>3</sup>, что превышает норму для «чистой» почвы более чем в 100 раз.

Значения большинства показателей к концу вегетационного сезона снижаются. Так, количество энтерококков снижается до фонового уровня через месяц, и сохраняется таким до конца сезона. Несмотря на снижение значения показателей, многие из них сохраняются повышенными. Так, значение ОМЧ к концу вегетационного периода остается повышенным по сравнению с периодом до орошения при обеих нормах полива. Количество термофильных бактерий сохраняется повышенным к концу сезона в 10,3 раза при норме 110 м<sup>3</sup>/га, а при норме 280 м<sup>3</sup>/га – в 18,6 раз.

Количество сульфитредуцирующих клостридий существенно не меняется в процессе орошения СВ и остается в пределах нормы для «чистой» почвы.

Показателем активности самоочищения почвы может считаться увеличение микрофлоры, участвующей в процессах нитрификации. Гибель БГКП и некоторых сапрофитных бактерий предшествует усилению процесса нитрификации – конечному этапу разложения органических веществ. Титр нитрифицирующих бактерий после орошения СВ снижается на два порядка в пробах обоих площадок (до 0,001 г), что говорит об активно протекающих процессах нитрификации. К концу вегетационного периода значение этого показателя становится таким же, как и в контроле (0,01), что свидетельствует о незавершенных процессах минерализации в почве.

Сальмонеллы не были обнаружены в почвах этого полевого участка.

Оценивая в целом динамику численности различных групп бактерий почвы, орошенной СВ, можно отметить, что в результате естественных процессов на протяжении вегетационного сезона в почве активно проходят процессы самоочищения, приводя к существенному снижению санитарно-бактериологических показателей. Однако некоторые из них к концу сезона остаются повышенными (БГКП, ОМЧ, термофильные бактерии). Наиболее критичным в этом отношении является показатель БГКП. В связи с чем можно рекомендовать снизить норму полива СВ на данном участке до 80 м<sup>3</sup>/га.

### **Выводы**

1. Динамика численности различных групп санитарно-показательных бактерий в орошаемой СВ почве участка под кукурузой характеризуется основной особенностью – возрастание показателей на один-два порядка сразу после орошения и снижение к концу вегетационного сезона. Исключение составил показатель БГКП. При поливе объемом 110 м<sup>3</sup>/га и 280 м<sup>3</sup>/га к концу вегетационного периода наблюдался рост бактерий данной группы в сравнении с контролем в 2,1 и в 4,5 раз соответственно, превышая норму для чистой почвы в 100–200 раз.

2. При разработке режима орошения сточными водами необходимо учитывать бактериологическую составляющую орошаемых почв. Из основных санитарно-показательных микроорганизмов (БГКП, энтерококки, сальмонеллы, сульфитредуцирующие клостридии) наибольшее значение для разработки режима орошения СВ полевого участка под кукурузой имеет показатель БГКП.

3. Объем полива СВ полевого участка рекомендуется снизить до 80 м<sup>3</sup>/га.

4. Необходим дальнейший мониторинг бактериологической составляющей почв для оценки влияния ее на дренажные, грунтовые и поверхностные воды.

### **Список литературы**

1. Желязко, В.И. Использование бесподстильного навоза на мелиорируемых агроландшафтах. Теория и практика / В.И. Желязко, П.Ф. Тиво. – Мн.: ИООО «Право и экономика, 2006. – 296 с.

2. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации: учеб. для студентов специальности «Мелиорация и водное хозяйство» сельскохозяйственных высших учебных заведений / Г.И. Афанасик, М.Г. Голченко, А.П. Лихацевич, Г.И. Михайлов; под ред. А.П. Лихацевича. – Мн.: Тэхналогія, 2000. – 436 с.



3. Методы санитарно-микробиологических исследований почвы: Инструкция 4.2.10-12-9-2006, утв. постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь № 67 от 29.05.06. – Минск, 2006. – 31 с.

4. Гигиеническая оценка почвы населенных мест: Инструкция 2.1.7.11-12-5-2004, утв. Постановлением Гл. гос. санитарного врача №32 от 03.03.04 // Сборник нормативных документов по гигиенической оценке почвы населенных мест. – Минск, 2004. – С. 3–38.

УДК 556.166 (476)

## **РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ПО СИНХРОННОСТИ КОЛЕБАНИЙ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ**

**Волчек А.А.\*, Шелест Т.А. \*\***

\*Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, [volchak@tut.by](mailto:volchak@tut.by)

\*\*Учреждение образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина», г. Брест, Республика Беларусь, [tashelest@mail.ru](mailto:tashelest@mail.ru)

*Division into districts of the territory of Belarus according to the synchronism of fluctuations of the maximum discharges of rainfall floods water has been made. Results are submitted in figures and in tables.*

### **Введение**

Паводки относятся к числу одного из опасных гидрологических явлений, т.к. они не приурочены к какому-либо сезону, возникают внезапно и развиваются стремительно. Нередко они бывают катастрофическими и приносят ущерб экономике страны, особенно сельскому хозяйству, и бедствий населению. В случае причинения материального ущерба паводки приобретают характер наводнений.

Большая часть паводкообразующих осадков на территории Беларуси связана с атлантическими циклонами. Формирование дождевых паводков на реках страны обычно происходит в результате выпадения продолжительных ливневых или обложных дождей. Кратковременные ливни, охватывающие одновременно, как правило, небольшие площади, способны вызвать значительные подъемы воды лишь на малых водосборах.

Высота дождевых паводков в среднем 0,4–0,7 м над уровнем межени. На реках Поозерья вода во время паводков может подниматься до 2 м, на Полесье – до 1 м. В отдельные годы высота летних паводков может достигать до 4–7 м над меженным уровнем [1].

На дождевые паводки приходится в среднем 15–20 % годового стока рек, в отдельные годы – до 40 % и более. Так, например, на р. Уборть – д. Краснобережье в 1988 г. объем дождевого паводка составил около 47 % от годового стока, в 1993 и 2007 гг. – около 38 %. В 2005 г. на р. Березовка – д. Саутки объем паводка составил 42 % от годового, на р. Улла – д. Бочейково – 33 %.