

ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

ГРНТИ 68.05.43

А.И. Сулейменова¹, А. Отаров^{1,2}, М.А. Ибраева¹, А.С. Вырахманова¹,
М.Н. Пошанов¹

**ВЛИЯНИЕ КАПЕЛЬНОГО СПОСОБА ОРОШЕНИЯ РИСА НА ВЕЛИЧИНУ
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА ПОЧВ**

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии
имени У.У. Успанова, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75 В, Казахстан,
e-mail: s.altynai87@mail.ru

²ТОО «Научно-исследовательский центр экологии и окружающей среды
Центральной Азии, 050060, г. Алматы, пр. аль-Фараби, 75 В, Казахстан

Аннотация. В результате исследования установлено, что динамика величины окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) при капельном орошении риса в корне отличается от величины ОВП при орошении риса способом постоянного затопления. При постоянном затоплении в почве начинают накапливаться восстановленные продукты – закисные формы таких переменновалентных элементов как железа, сера, марганец и др. Эти закисные продукты в большинстве случаев оказывают отрицательное влияние на рост и развитие всходов риса. Наблюдения за сезонной динамикой ОВП показало, что капельное орошение способствует достаточному обеспечению почвенных микроорганизмов и корней риса легкодоступной формой кислорода, что исключает наблюдаемое при поливе постоянным затоплением отрицательное влияние восстановленных продуктов на всхожесть семян, рост и развитие проростков риса. Наблюдалось закономерное низкое содержание Fe^{2+} в почвах под капельным орошением, чем в почвах при орошении постоянным затоплением. Содержание двухвалентной формы серы в почвах при капельном орошении практически во всех сроках наблюдения оказалось ниже, чем в почвах при поливе постоянным затоплением.

Ключевые слова: рисово-болотные почвы, капельное орошение, миграционные процессы, окислительно-восстановительный потенциал, микроорганизмы, гумус.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях затопления в почве окислительные процессы из-за недостатка кислорода сменяются восстановительными. Общим показателем интенсивности анаэробных процессов является величина окислительно-восстановительного потенциала (ОВП). До затопления рисовых почв величина ОВП в зависимости от генезиса почв и содержания гумуса составляет +300-400 МВ. При этом считается, что полное окисление восстановленных продуктов достигается при ОВП +360-370 МВ. Через 10 дней под залитым полем в почве уже отсутствует свободный кислород и ОВП снижается до +200 МВ. Затем происходит его постепенное

снижение до отрицательных значений (при ОВП менее -20 МВ начинается восстановление соединений железа; при -100 МВ наблюдается распад белков, и в почве появляется сероводород; в конце вегетации, когда ОВП может опускаться ниже -150 МВ, происходит восстановление сульфатов). При ежегодном возделывании риса по рису обнаруживается явная тенденция к возрастанию суммы недоокисленных продуктов, в том числе и двухвалентного железа, к началу вегетации [1]. При этом, после затопления в результате господства восстановленных условий, в рисовых почвах начинают развиваться в основном две группы процессов, приводящие к формированию специ-

фичного профиля рисовых почв. Первые из них - это мобилизационные процессы, приводящие к увеличению подвижности органического вещества и ряда химических элементов (Fe, Mn, S, N и др.), переходу их в низковалентные формы. Этот процесс сопровождается сравнительно быстрым разрушением органического вещества, потерей азотистых и других легковосстанавливаемых соединений. Вторые - миграционные процессы, приводящие к выносу подвижных форм органики и химических элементов из верхнего горизонта почв в нижележащие или внутригоризонтному перераспределению [2].

Совокупность данных процессов приводит к формированию своеобразного профиля рисовых почв. В результате постоянного затопления на поверхности почв образуется тонкий окисленный серый слой. Глубже располагается динамичный, обратимый, в зависимости от условий окисления и восстановления, железосульфидный горизонт, отличающийся практически черным цветом сульфидов железа. Морфологически он проявляется в пределах пахотного горизонта, иногда глубже, в виде очагов, пятен и линий. После сброса воды, в результате окисления сульфидов железа, данный горизонт меняет свой цвет и преобладающим становится ржаво-охристый цвет окислов и гидроокисей железа. Черные пятна также исчезают и за счет окисления сероводорода до сернокислых солей приобретают свой серый первоначальный цвет [3].

Как видим, в рисово-болотных почвах процессы почвообразования идут очень интенсивно, а также данные почвы характеризуются довольно высоким темпом мобилизационных и миграционных процессов. В связи с этим мониторинг за уровнем плодородия рисовых почв должен

вестись регулярно и с более широким спектром определяемых свойств.

При выращивании риса на затопленных почвах создаются специфические окислительно-восстановительные условия (ОВ), резко отличающиеся от условий периодически орошаемых и целинных почв. При заливе почвы водой вместе с почвенным воздухом вытесняется и газообразный кислород. Кислород же, растворенный в воде, не проникает вглубь почвы, а перехватывается в ее поверхностном слое [4].

В результате деятельности микроорганизмов и развивающихся растений количество кислорода в почве начинает заметно уменьшаться, и почвенные системы переходят к потреблению других источников свободной энергии, необходимой для окисления органического вещества. Поэтому на рисовом поле возникает два слоя почвы: верхний-окисленный, мощностью от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, и нижний - восстановленный слой, простирающийся почти на весь пахотный горизонт. Разделение пахотного слоя на окисленную и восстановленную части составляет основное отличие затопленных почв под рисом от других почв, где пахотный слой представлен только окисленной зоной [5].

Для почв, занятых под рисом, характерна чрезвычайная пестрота окислительно-восстановительной обстановки, особенно в период активного роста растений. Наряду с интенсивно развитыми анаэробными процессами в пахотном горизонте почвы имеются участки с ярко выраженными окислительными процессами, т.е. одновременно с бурно развивающимися анаэробными микроорганизмами активную роль в почвенных процессах играют аэробы, способст-

вующие усилению окислительных процессов.

Установлено также [6-8], что в почве после ее затопления за первые несколько дней бурно развивающиеся восстановительные процессы, обусловлены деятельностью микроорганизмов, вызывающих процессы денитрификации, десульфирования, брожение клетчатки и др. От напряженности окислительно-восстановительного режима зависят состав и интенсивность жизнедеятельности микроорганизмов, характер превращения органических веществ и состав образующихся продуктов минерализации.

Развитие восстановительных процессов в почвах при затоплении способствует изменению их гумусного состояния: значительно сокращается содержание фракции гуминовых кислот, связанных с кальцием и возрастает доля фульвокислот и негидролизующего остатка [5].

После истощения свободных запасов кислорода в затопленной почве в первую очередь подвергаются восстановлению нитраты. По данным Шарапова И.Д. [6] восстанавливается до 400-500 кг/га нитратов, что соответствует 100-120 кг чистого азота, тогда как с урожаем риса 40-50 ц/га из почвы выносятся около 100 кг азота. Аналогичные данные получены и Ли Н.Т. [9], которые показывают на равное возрастание количества фермента нитратредуктазы по мере увеличения количества дней нахождения почвы под слоем воды.

Нитраты стабилизируют ОВП на уровне 200-400 мВ и тем самым задерживают дальнейшее развитие восстановительных процессов. Однако нитраты легко вымываются фильтрационными водами, или же превращаясь в газообразный азот, улетучиваются в атмосферу. Данный процесс протекает в основном и в первые 8-10 дней после затопления

почвы поливной водой. Далее восстановлению подвергаются окисные формы железа, марганца, сульфаты, фосфаты, органические вещества и др., и господство процесса восстановления продолжается до сброса воды в момент спелости риса. Таким образом, основной тренд развития рисовых почв – преобразование исходных свойств и почвенного профиля вследствие переувлажнения, связанного с выращиванием культуры риса. В почвах активизируются восстановительные процессы, происходит перераспределение соединений железа и марганца, миграция тонкодисперсных частиц и т.д. [4].

Генезис рисовых почв тесно связан с трансформацией соединений железа и передвижением их в почвенном профиле [10]. Содержание карбонатов, щелочная среда и высокие значения ОВП сильно влияют на подвижность железа в профиле почвы [11]. Железо является необходимым и незаменимым элементом минерального питания и активным регулятором окислительно-восстановительных процессов в почве. Генезис рисовых почв тесно связан с трансформацией соединений железа [12, 13]. Периодически возникающие восстановительные процессы в рисовой почве благоприятствуют питанию растений риса железом. В растение этот элемент поступает в виде катионов Fe^{2+} и Fe^{3+} , а также в форме хелатов [13].

Наличие восстановленного железа в затопленной почве до 500 мг/л почвенного раствора не оказывает вредного действия на прорастание семян риса [2]. По данным Т. Aung, при концентрациях Fe^{2+} 500-2500 мг/л потери урожая риса могут варьировать от 40 до 100 % [14]. С другой стороны, при накоплении Fe^{2+} в почвенном растворе создаются условия для связывания сероводорода, устранения продуктов анаэробного разложения,

являющихся токсичными для риса. В результате реакции $\text{FeO} + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{FeS} + \text{H}_2\text{O}$ образуется нерастворимое в воде сернистое железо, безвредное для растений риса, кристаллизующееся в форме гидротроилита - $\text{FeS} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ [2]. Для нейтрализации одной весовой части сероводорода требуется около 2,1 части Fe^{2+} , т.е. не более 20-30 % от общего его запаса [15]. Также известно, что значительная часть веществ (двухвалентное железо, сероводород, метан и др.), появившиеся в почве вследствие преобладания восстановительных процессов, токсичны для риса, что приводит к снижению его урожайности. При постоянном использовании почв под рис, независимо от исходного генезиса почв и типов рисовых карт, на 3-4-й годы значительно падает урожайность. Запасов кислорода в рисовой почве, создаваемого во вневегетационный период (октябрь-апрель) недостаточно для преобладания аэробных процессов в последующем вегетационном периоде. Для борьбы с этим явлением применяется рисовый севооборот, предусматривающий периодическую смену посевов риса (после 2-8 лет) и сопутствующих незатапливаемых культур (в основном люцерны в течение двух лет).

В силу географического расположения водный сектор республики является легко уязвимым, главные реки южного региона Сырдарья и Или являются трансграничными, основная часть их водосборного бассейна находится в соседних странах. В этих условиях в регионе особое значение приобретает разработка методов экономии пресной оросительной воды. В связи с ростом дефицита водных ресурсов в последние годы в мелиоративную практику ряда южных районов страны широко внедряется капельное орошение овощебахчевых культур. Внедрение капельного

орошения на посевах риса только начинается и находится на стадии исследования на небольших экспериментальных участках.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объект исследования - почвы Акдалинского массива орошения. Для решения задачи изучения влияния капельного способа орошения риса на величину окислительно-восстановительного потенциала почв был выбран экспериментальный участок на головной части древней дельты реки Или. Участок расположен рядом с Акдалинским почвенным стационаром Казахского НИИ почвоведения и агрохимии имени У.У. Успанова.

Климат в низовьях р. Или резко континентальный с большой разницей температур дня и ночи, лета и зимы, с холодной малоснежной зимой и жарким сухим летом. Самая высокая температура воздуха (среднемесячная) 23-25°C наблюдается в июне, причем абсолютный максимум ее достигает 40-45°C; самая низкая -13-15°C отмечается в январе, абсолютный минимум составляет -45°C. Годовая сумма осадков 135-206 мм. Продолжительность безморозного периода в среднем 150-160 суток. Сумма положительных температур (выше +15°C) достигает 2700-3000°C, что обеспечивает возделывание риса с коротким и средним вегетационным периодом.

Почвенный покров до освоения под рис был представлен в основном такыровидными почвами различной степени засоления. Эти почвы обладали низким содержанием гумуса, не превышающей 1,0-1,2 %. По механическому составу данные почвы очень пестрослоистые: у них наблюдается резкая смена механического состава по отдельным горизонтам. В настоящее время данные почвы под влиянием культуры риса трансформировались в рисово-болотные.

Величину ОВП, растворимые в воде формы NO_3^- , NH_4^+ определяли в полевых условиях потенциометрическим методом с помощью электродов и рН – метра МИ-150.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования установлено, что динамика величины ОВП при капельном орошении риса в корне отличается от величины ОВП при

орошении риса способом постоянного затопления. Уже на первом сроке отбора, через три дня после начала орошения риса по величине ОВП между способами орошения риса начинает наблюдаться значительное различие, которое с небольшими колебаниями наблюдается до конца сезона (рисунок 1).

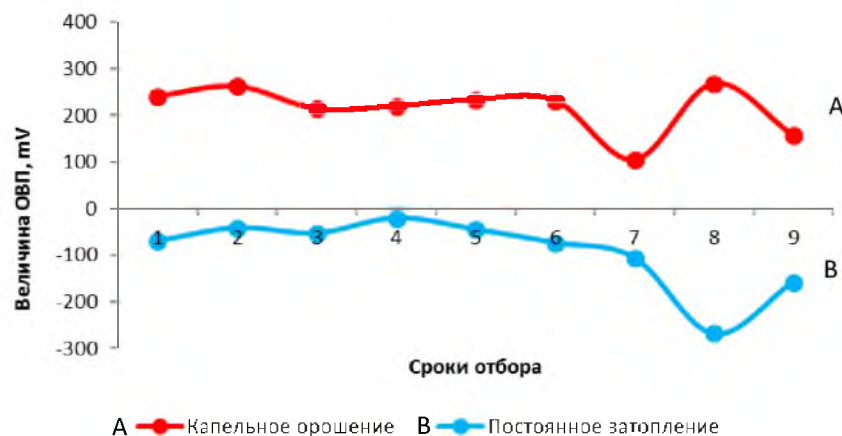


Рисунок 1 – Динамика окислительно-восстановительного потенциала почв при капельном орошении и орошении постоянным затоплением

Наблюдение за сезонной динамикой ОВП показали, что капельное орошение способствует достаточному обеспечению почвенных микроорганизмов и корней риса легкодоступной формой кислорода, что является одним из важных преимуществ капельного способа орошения. Благодаря высокой степени окисленности почв капельный способ орошения исключает наблюдаемое при поливе постоянным затоплением отрицательное влияние восстановленных продуктов на всхожесть семян, и рост и развитие проростков риса. Отрицательное влияние восстановленных продуктов на всходы риса указывается в работах Неунылова, Шарапова, Gobaly, Саданова и Елагина [16-19]. Учитывая важность напряженности окислительно-восстановительных процессов при

различных способах орошения риса, мы также определяли содержание в почве суммы восстановленных продуктов или «дефицита кислорода» химическим методом [10]. Как видно из рисунка 2 в условиях капельного орошения восстановленных продуктов образуются в меньшей степени по сравнению с постоянным затоплением.

Как мы уже указывали, с началом затопления почв в них начинается процесс недостатка кислорода, и почвенные микроорганизмы для поддержания своей жизнедеятельности начинают использовать связанный в составе химических соединений кислород. В этих условиях в почве начинают накапливаться восстановленные продукты – закисные формы переменновалентных элементов также как железо, сера, марганец и др.

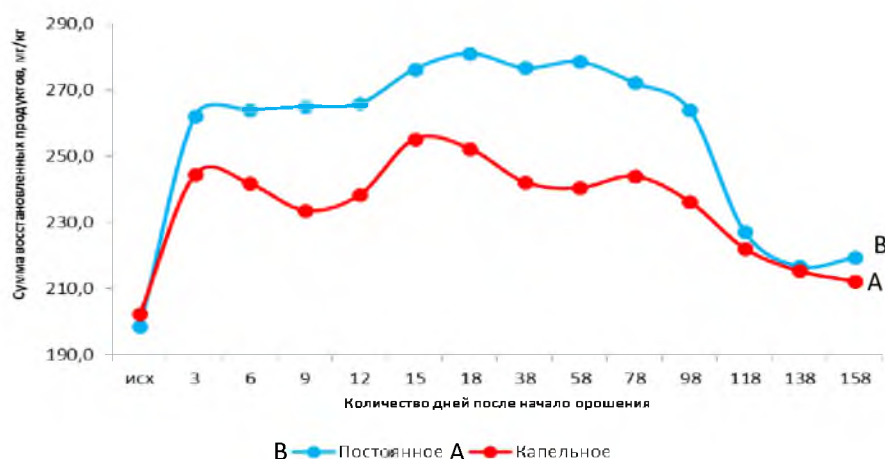


Рисунок 2 – Влияние различных способов орошения на величину суммы восстановленных продуктов в почвах под рисом

Эти закисные продукты в большинстве случаев оказывают отрицательное влияние на рост и развитие всходов риса. Железо является необходимым и незаменимым элементом минерального питания и активным регулятором окислительно-восстановительных процессов в почве. Генезис рисовых почв тесно связан с трансформацией соединений железа [20, 21]. Периодически возникающие восстановительные процессы в рисовой почве благоприятствуют питанию растений риса железом. В растение этот элемент поступает в виде катионов

Fe^{2+} и Fe^{3+} , а также в форме хелатов [21].

Исходя из этого, для выявления вклада в общую сумму восстановленных продуктов отдельных элементов мы также вели наблюдения за динамикой закисных (Fe^{2+}) и окисных (Fe^{3+}) форм железа и сероводорода.

Практически во всех сроках наблюдается, как и ожидалось закономерное низкое содержание Fe^{2+} в почвах под капельным орошением, чем в почвах при орошении постоянным затоплением (рисунок 3).

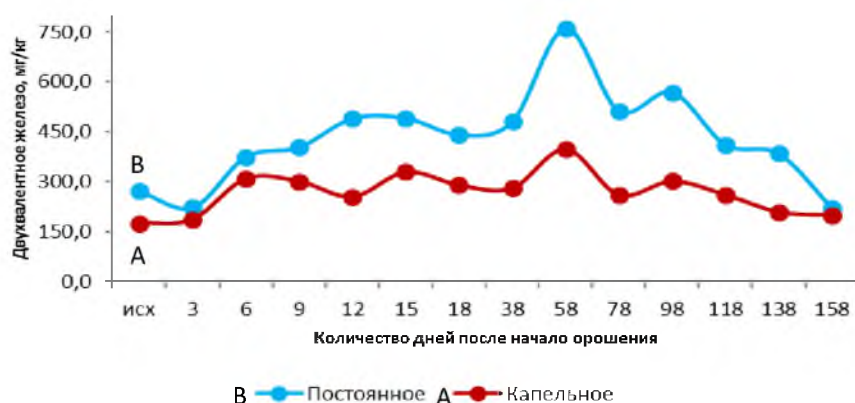


Рисунок 3 – Влияние различных способов орошения на содержание Fe^{2+} в почвах под рисом

При анализе динамики содержания Fe^{3+} в почвах под рисом при различном способе орошения наблюдается обратная закономерность, т.е. при капельном орошении практически во всех сроках наблюдения Fe^{3+} больше на варианте с капельным орошением, чем при орошении постоянным затоплением (рисунок 4).

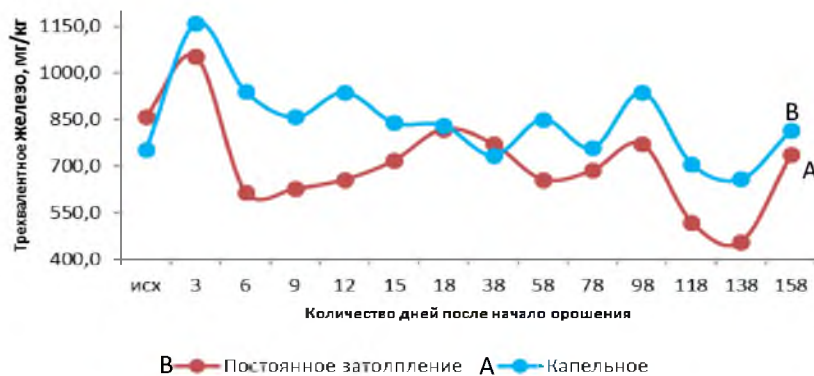


Рисунок 4 – Влияние различных способов орошения на содержание Fe^{3+} в почвах под рисом

Как переменновалентный элемент сера в затопленных почвах при недостатке кислорода также переходит в низковалентную форму. Переход серы в низковалентную форму мы оценивали по содержанию сероводорода в почве. Наблюдения за содержанием сероводорода в почвах под рисом орошаемой различными способами показало, что капельное орошение также способствует снижению перехода серы в двухвалентную форму (рисунок 5).

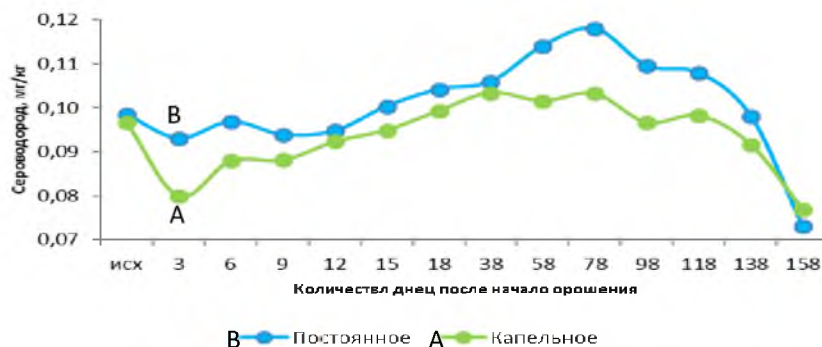


Рисунок 5 – Влияние различных способов орошения на содержание сероводорода в почвах под рисом

Содержание двухвалентной формы серы в почвах при капельном орошении практически во всех сроках наблюдения оказалось ниже, чем в почвах при поливе постоянным затоплением. Эти закономерности еще раз подтверждают, что капельное орошение риса способствует снижению активности восстановительных процессов в почве, что, несомненно, является одним из важных факторов повышения эффективного плодородия почв рисовых полей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследований установлено, что динамика величины ОВП при капельном орошении риса в корне отличается от величины ОВП при орошении риса способом постоянного затопления. При выращивании риса методом постоянного затопления уже с началом затопления почв в них начинается процесс недостатка кислорода, и почвенные микроорганизмы для поддержания своей жизнедеятельности начинают использовать связанный в составе химических соединений кислород. В этих условиях в почве начинают накапливаться восстановленные продукты – закисные формы таких переменновалентных элементов как железо, сера, марганец и др. Эти закисные продукты в большинстве случаев оказывают отрицательное влияние на рост и развитие всходов риса. Наблюдения за сезонной динамикой ОВП показало, что капельное орошение способствует достаточному обеспечению почвенных микроорганизмов и корней риса

легкодоступной формой кислорода. Дело в том, что благодаря высокой степени окисленности почв капельный способ орошения исключает наблюдаемое при поливе постоянным затоплением отрицательное влияние восстановленных продуктов на всхожесть семян, рост и развитие проростков риса.

Кроме того, наблюдалось закономерно низкое содержание Fe^{2+} в почвах под капельным орошением, чем в почвах при орошении постоянным затоплением. Содержание двухвалентной формы серы в почвах при капельном орошении практически во всех сроках наблюдения оказалось ниже, чем в почвах при поливе постоянным затоплением.

Таким образом, капельное орошение риса способствует снижению активности восстановительных процессов в почве, что, несомненно, является одним из важных факторов повышения эффективного плодородия почв рисовых полей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Белюченко И.С. Экология Краснодарского края (Региональная экология). – Учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 356 с.
- 2 Ежов Ю.И. Значение восстановительных процессов в почвах при культуре риса // Почвоведение, 1962. – № 2. – С. 51 – 57.
- 3 Осипов А. В. Изменение свойств и солевого режима почв современной дельты реки Кубани. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 131 с.
- 4 Ковда И.В., Лебедева М.П., Чжан Г.-Л., Гон З.-Т., Ли Д.-Ц., Васене В. И. Рисовые почвы и некоторые результаты их изучения в Китае // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. 2009, № 63. – С. 50-62.
- 5 Шеуджен А.Х., Гуторова О.А., Зубкова Т.А. Окислительно-восстановительные процессы и состояние соединений железа в почвах рисового агроценоза и богары // Международный научно-исследовательский журнал International research journal, 2016. – № 11. – С. 64-66.
- 6 Шарапов И.Д. Почвенные процессы на рисовых полях Южного Казахстана // Природа почв рисовых полей. – Наука КазССР. - Алма-Ата, 1969, – С. 77-85.
- 7 Шарапов И.Д. Восстановительные процессы в прикорневой зоне риса и влияние их на плодородие почв // В сб.: Повышение плодородия почв рисовых полей – М.:Наука, 1977. – С. 49-70.

8 Пивоваров Л.П., Корниенко В.А., Мамутов Ж.У. Биоэлектрическая активность и потенциал затопления почв рисовых полей // Бюлл. почв. ин-та им. В.В. Докучаева вып. XIV - Москва, 1976, - С. 37-42.

9 Ли Н.Т. Динамика биохимической активности и микробиологического режима // В кн.: Почвы Акдалинского массива. Алма-Ата: Наука КазССР, 1977. - С. 119-133.

10 Шеуджен А.Х. Железо в питании и продуктивности риса / Шеуджен А.Х., Прокопенко В.В., Бондарева Т.Н. и др. - Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. - 152 с.

11 Шеуджен А.Х., Гуторова О.А., Зубкова Т.А. Окислительно-восстановительные процессы и состояние соединений железа в почвах рисового агроценоза и богары // Международный научно-исследовательский журнал International research journal, 2016. - № 11 (53), часть 5. - С. 64-66.

12 Гуторова О.А., Шеуджен А.Х. Содержание железа в лугово-чернозёмной почве рисовых полей в условиях Кубани // Плодородие, 2016. - № 3 (90). - С. 15-18.

13 Шеуджен А.Х. Железо в питании и продуктивности риса / Шеуджен А.Х., Прокопенко В.В., Бондарева Т.Н., Броун М.Н. - Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. - 152 с.

14 Aung T. Physiological mechanisms of iron toxicity tolerance of lowland rice // Thesis Master Sei. Bonn, 2006. - 106 p.

15 Шарапов И.Д. Восстановительные процессы в прикорневой зоне риса и влияние их на плодородие почв // Повышение плодородия почв рисовых полей. - М.: Изд-во «Наука», 1977. - С. 49-70.

16 Шарапов И.Д. Окислительно-восстановительный потенциал в почвах рисового севооборота // Известия АН КазССР. Серия «Ботаники и почвоведения». - Алма-Ата, 1960. - Вып. 3, - С. 19-30.

17 Неунылов Б.А. Окислительно-восстановительный потенциал в почвах рисовых полей и методы управления ими с целью повышения урожайности // Сб. науч. работ опытно-исслед. учреждений Приморского края. - Хабаровск, 1948. - Вып. 1. - С. 65-112.

18 Globaly M.M. The influence of agricultural technology on the main economic indicators of rice production (Egypt) // Ann.agr.Se., 1987.- P. 837-870.

19 Саданов А.К., Ачио С. Способ повышения всхожести семян и урожая риса // Информ. листок КазНИИНТИ. - КазНИИНТИ, 1991. - № 216-91.

20 Гуторова О.А., Шеуджен А.Х. Содержание железа в лугово-чернозёмной почве рисовых полей в условиях Кубани // Плодородие, 2016. - № 3(90). - С. 15-18.

21 Шеуджен А.Х. Железо в питании и продуктивности риса // Шеуджен А.Х., Прокопенко В.В., Бондарева Т.Н., Броун М.Н. М.Н. - Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2004. - 152 с.

REFERENCES

1 Belyuchenko I.S. Ekologiya Krasnodarskogo kraya (Regionalnaya ekologiya). - Uchebnoye posobiye. - Krasnodar: KubGAU, 2010. - 356 s.

2 Yezhov Yu.I. Znachenije vosstanovitelnykh protsessov v pochvakh pri kulture risa // Pochvovedeniye, 1962. - № 2. - S. 51 - 57.

3 Osipov A. V. Izmeneniye svoystv i solevogo rezhima pochv sovremennoy delty reki Kubani. - Krasnodar: KubGAU, 2016. - 131 s.

4 Kovda I.V., Lebedeva M.P., Chzhan G-L., Gon Z-T., Li D-Ts., Vasene V. I. Risovye

pochvy i nekotorye rezultaty ikh izucheniya v Kitaye // Byulleten pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchayeva. 2009, № 63. – S. 50-62.

5 Sheudzhen A.Kh., Gutorova O.A., Zubkova T.A. Okislitelno-vosstanovitelnye protsessy i sostoyaniye soyedineny zheleza v pochvakh risovogo agrotsenoza i bogary // Mezhdunarodny nauchno-issledovatel'skiy zhurnal International research journal, 2016. – № 11. – S. 64-66.

6 Sharapov I.D. Pochvennye protsessy na risovykh polyakh Yuzhnogo Kazakhstana // Priroda pochv risovykh poley. – Nauka KazSSR. – Alma-Ata, 1969, – S. 77-85.

7 Sharapov I.D. Vosstanovitelnye protsessy v prikornevoy zone risa i vliyaniye ikh na plodorodiye pochv // V sb.: Povysheniye plodorodiya pochv risovykh poley – M.: Nauka, 1977. – S. 49-70.

8 Pivovarov L.P., Korniyenko V.A., Mamutov Zh.U. Bioelektricheskaya aktivnost i potentsial zatopeniya pochv risovykh poley // Byull. pochv. in-ta im. V.V. Dokuchayeva vyp. KhIV - Moskva, 1976, - S. 37-42.

9 Li N.T. Dinamika biokhimicheskoy aktivnosti i mikrobiologicheskogo rezhima // V kn.: Pochvy Akdalinskogo massiva. Alma-Ata: Nauka KazSSR, 1977. – S. 119-133.

10 Sheudzhen A.Kh. Zhelezo v pitanii i produktivnosti risa / Sheudzhen A.Kh., Prokopenko V.V., Bondareva T.N. i dr. – Maykop: GURIPP «Adygeya», 2004. – 152 s.

11 Sheudzhen A.Kh., Gutorova O.A., Zubkova T.A. Okislitelno-vosstanovitelnye protsessy i sostoyaniye soyedineny zheleza v pochvakh risovogo agrotsenoza i bogary // Mezhdunarodny nauchno-issledovatel'skiy zhurnal International research journal, 2016. – № 11 (53), chast 5. – S. 64-66.

12 Gutorova O.A., Sheudzhen A.Kh. Soderzhaniye zheleza v lugovo-chnozhyomnoy pochve risovykh poley v usloviyakh Kubani // Plodorodiye, 2016. – № 3 (90). – S. 15-18.

13 Sheudzhen A.Kh. Zhelezo v pitanii i produktivnosti risa / Sheudzhen A.Kh., Prokopenko V.V., Bondareva T.N., Broun M.N. – Maykop: GURIPP «Adygeya», 2004. – 152 s.

14 Aung T. Physiological mechanisms of iron toxicity tolerance of lowland rice // Thesis Master Sei. Bonn, 2006. – 106 p.

15 Sharapov I.D. Vosstanovitelnye protsessy v prikornevoy zone risa i vliyaniye ikh na plodorodiye pochv // Povysheniye plodorodiya pochv risovykh poley. – M.: Izd-vo «Nauka», 1977. – S. 49-70.

16 Sharapov I.D. Okislitelno-vosstanovitelny potentsial v pochvakh risovogo sevooborota // Izvestiya AN KazSSR. Seriya «Botaniki i pochvovedeniya». – Alma-Ata, 1960. – Vyp. 3, - S. 19-30.

17 Neunyllov B.A. Okislitelno-vosstanovitelny potentsial v pochvakh risovykh poley i metody upravleniya imi s tselyu povysheniya urozhaynosti // Sb. nauch. rabot opytно-issled. uchrezhdeny Primorskogo kraya. – Khabarovsk, 1948. – Vyp. 1. – S. 65-112.

18 Globaly M.M. The influence of agricultural technology on the main economic indicators of rice production (Egypt) // Ann.agr.Se., 1987.- P. 837-870.

19 Sadanov A.K., Achio S. Sposob povysheniya vskhozhesti semyan i urozhaya risa // Inform. listok KazNIINTI. – KazNIINTI, 1991. – № 216-91.

20 Gutorova O.A., Sheudzhen A.Kh. Soderzhaniye zheleza v lugovo-chnozhyomnoy pochve risovykh poley v usloviyakh Kubani // Plodorodiye, 2016. – № 3(90). – S. 15-18.

21 Sheudzhen A.Kh. Zhelezo v pitanii i produktivnosti risa // Sheudzhen A.Kh., Prokopenko V.V., Bondareva T.N., Broun M.N. M.N. – Maykop: GURIPP «Adygeya», 2004. – 152 s.

ТҮЙІН

А.И. Сулейменова¹, А. Отаров^{1,2}, М.А. Ибраева¹, А.С. Вырахманова¹,
М.Н. Пошанов¹

КҮРІШТІ ТАМШЫЛАТЫП СУАРУ ӘДІСІНІҢ ТОПЫРАҚТЫҢ ТОТЫҒУ-
ТОТЫҚСЫЗДАНУ ПОТЕНЦИАЛЫНЫҢ МӨЛШЕРІНЕ ӘСЕРІ

¹Ө. О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ғылыми
зерттеу институты, 050060, Алматы қаласы, әл-Фараби даңғылы, 75 В,
Қазақстан, e-mail: s.altynai87@mail.ru

²Экология және қоршаған орта ғылыми-зерттеу орталығы, 050060, Алматы
қаласы, әл-Фараби даңғылы, 75 В, Қазақстан

Күрішті тамыры арқылы тамшылатып суару кезіндегі тотығу-тотықсыздану динамикасының (ТТП) шамасы, күрішті тұрақты суға бастыру тәсілімен суғару кезіндегі ТТП шамасынан ерекшеленетіні зерттеу нәтижесінде анықталды. Топырақта тұрақты суға бастыру кезінде – темір, күкірт, марганец және т. б. сияқты ауыспалы валентті элементтердің шала тотықтарынан қалпына келтірілген өнімдер жинақтала бастайды. Бұл шала тотықты өнімдер көп жағдайда күріш өскіндерінің өсуі мен дамуына кері әсер етеді. ТТП маусымдық динамикасын бақылау тұрақты суға бастыру кезінде байқалатын қалпына келтірілген өнімдердің тұқымдардың өңгіштігіне, күріш өскіндерінің өсуі мен дамуына кері әсерді болдырмайды, тамшылатып суару топырақ микроорганизмдеріне және күріштің тамырына оттегінің жеңіл жетімді түрімен жеткілікті қамтамасыз етуге ықпал ететінін көрсетті. Тұрақты суға бастыру кезіндегі топыраққа қарағанда, тамшылатып суару кезіндегі топырақта Fe^{2+} құрамының заңдылыққа сай төмендігі байқалды. Тамшылатып суару кезінде топырақтағы күкірттің екі валентті түрінің мөлшері бақылау кезеңінің барлық мерзімінде тұрақты суға бастырылған топыраққа қарағанда төмен болып шықты.

Түйінді сөздер: күрішті –батпақты топырақтар, тамшылатып суару, миграциялық үрдістер, тотығу-тотықсыздану потенциалы, микроорганизмдер, гумус.

SUMMARY

A.I. Suleimenova¹, A. Otarov^{1,2}, M. A. Ibraeva¹, A.C. Vyrahmanova¹, M.N. Poshanov¹

THE EFFECT OF DRIP IRRIGATION METHOD OF RICE ON THE VALUE OF SOIL OXIDA-
TION-RESTORATION

¹Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry named after U.U. Us-
panov, 050060, Almaty, 75 B, al-Farabi avenue, Kazakhstan, e-mail: s.altynai87@mail.ru

² Research Center for Ecology and the Environment of Central Asia, 050060,
al-Farabi avenue 75 B, Almaty, Kazakstan

As a result of the study, it was found that the dynamics of the value of oxidation-reduction potential (ORP) during drip irrigation of rice is fundamentally different from the value of ORP during irrigation of rice by the method of continuous flooding. With constant flooding in the soil, reduced products begin to accumulate - acidic forms of such alternating elements as iron, sulfur, manganese, etc. These fermented products in most cases have a negative effect on the growth and development of rice seedlings. Observations of the seasonal dynamics of AFP showed that drip irrigation contributes to the sufficient supply of soil microorganisms and rice roots with an easily accessible form of oxygen, which eliminates the negative effect of recovered products on seed germination, growth and development of rice seedlings observed during irrigation by constant flooding. A regular low Fe^{2+} content was observed in soils under drip irrigation than in soils under irrigation by constant flooding. The content of the divalent form of sulfur in soils during drip irrigation in almost all periods of observation turned out to be lower than in soils during irrigation with constant flooding.

Key words: rice bog soils, drip irrigation, migration processes, oxidation-restoration potential, microorganisms, humus.