

УДК 631.52:633.31

Доктор с.-хоз. наук А.М. Нургизаринов¹
Канд. техн. наук А.Т. Жунисов¹
Канд. техн. наук Е.А. Назаров¹
А.Ж. Шарипова¹

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПЛОДОРОДИЯ ОРОШАЕМЫХ ПОЧВ В НИЗОВЬЕ РЕКИ СЫРДАРЬИ

Ключевые слова: аллювиальные почвы, орошаемое земледелие, сельскохозяйственные культуры, использование земель, природно-хозяйственный комплекс, биологическое земледелие

Статья посвящена вопросам развития орошаемого земледелия и повышения эффективности использования земельных ресурсов в низовьях реки Сырдарьи в Казахстане. Показано, что на аллювиальных равнинах дельтовых областей имеются достаточные запасы гидроморфных почв, благоприятных для возделывания широкого ассортимента сельскохозяйственных культур, в том числе и затопляемого риса. Но, развитие монокультуры риса сопровождалось разрушением природно-хозяйственного комплекса.

Авторы отмечают, что для выхода из создавшегося положения необходимо заменить старую систему земледелия, где рис выращивался монокультурой, новой – с сокращенным числом рисовых полей в севообороте.

Низовье р. Сырдарьи является традиционным земледельческим регионом. С древнейших времен не одно поколение народов, населявших восточное Приаралье, на гидроморфных почвах дельты вели полуоседлый образ жизни. Они занимались «кочевым» земледелием сочетая его с отгонным животноводством. Позднее научились строить примитивные оросительные сети. Освоение земли низовьев Сырдарьи началось в 60-е годы прошлого века. На начальном этапе возделывались разнообразные культуры. Затем была разработана система земледелия, ориентированная на увеличение производства риса, которая превратило его в монокультуру. Практика показала на не эффективность монокультурной системы, сопро-

¹ Кызылординский государственный университет им. Коркыт Ата, Казахстан

вождаемой разрушением природного комплекса и снижением продуктивности орошаемых земель. В настоящее время разработана новая система.

В низовьях р. Сырдарьи земледелие базируется на орошении. Почвенный покров представлен аллювиально-луговыми, лугово-болотными, болотными и их, в разной степени опустынивания, разновидностями. Это типичные гидроморфные почвы, сформированные на аллювиальных отложениях под влиянием гидрологического режима дельты. Зарегулирование стока реки в середине 60-х годов и новые условия гидрологического режима значительно изменили формирование органического вещества и элементов плодородия дельтовых почв. Это связано с сокращением поступления твердого стока в дельту и с деградацией почв, в процессе аридизации территории. По данным наблюдений до 50-х годов за расходами стока реки у гидростов Тюмень-арык (начало дельты) и Казалинск (низовье дельты) в дельтовые области низовой реки ежегодно поступало $7,6 \text{ км}^3$ (среднегодовые данные) речных вод и 12 млн. т взвешенных наносов. В их составе поступало значительное количество питательных элементов: 14,8 тыс. т валового фосфора, 13,6 тыс. т общего азота, 18,4 тыс. т гумуса. В 1960...1970 гг. резко снизился водный, твердый и биогенный сток. К середине 70-х годов поступление речных вод в дельтовые области сократилось до $3,2 \text{ км}^3$ и твердый сток уменьшился до 0,4 млн. т или на 97 %. Соответственно снизилось поступление питательных элементов: валового фосфора – до 0,5 тыс. т, общего азота – до 0,4 тыс. т и гумуса – до 0,4 тыс. т [1-5].

Таким образом, зарегулирование стока реки Сырдарьи сопровождалось ухудшением условий почвообразования и потерей плодородия дельтовых почв.

Гумус. В дельтовых равнинах Сырдарьи интенсивность накопления гумуса связано с условиями гидрологического режима, который зависит от цикличности обводнения. В гидроморфных почвах периодический режим увлажнения способствует равномерному распределению гумуса по профилю, промыванию его в ниже лежащие горизонты. При этом верхние горизонты пополняются запасами органических веществ за счет разложения обильной корневой массы. Это способствует обновлению органической части почвы и сохранению значительных старых запасов. Процесс опустынивания почв неизбежно ведет к значительной потере органических веществ. Поэтому возобновление запасов гумуса не происходит, и условия его аккумуляции приближаются к почвам зонального ряда. При опустынивании дельтовых почв лугового ряда потери гумуса в слое 0...50 см составляют от

13 до 37 т/га, почв болотного ряда – 33...53 т/га. Основная причина значительной разницы в потере гумусовых веществ у этих разновидностей почв является различный качественный состав гумуса.

Азот. В почвах низовьев р. Сырдарьи более 90 % от состава общего азота приходится на труднодоступные формы органических соединений. Только небольшую часть составляют минеральные соединения нитратного и аммиачного азота, а так же гумусовые вещества, образующие легкодоступные формы [6].

Соотношение различных форм азота определяется водным режимом и характером использования территории. Запасы общего азота не всегда тесно коррелирует со степенью гумусированности почв. Поэтому в процессе аридизации запасы общего азота уменьшаются медленнее, чем запасы гумуса. Этим объясняются высокие показатели азота в опустыненных разновидностях бывшей гидроморфной почвы как свидетельство их былой реликтовой черты. В процессе аридизации территории изменяется качественный состав азота в сторону уменьшения подвижных форм (нитриты, нитраты), что является показателем снижения их эффективности и потенциального плодородия.

Фосфор. Формирование валовых запасов фосфора обусловлено генезисом аллювиальных отложений. Роль биогенного фактора в накоплении фосфора проявляется не отчетливо. Можно предположить, что непрерывное обновление органических веществ в дельтовых почвах приводит к образованию неустойчивых фосфорорганических соединений. В дельтовых почвах, имеющих высокое содержание карбонатов кальция, валовый фосфор представлен в форме не растворимых кальциевых фосфатов с ограниченным содержанием подвижных форм. На этом основании рекомендовалось вносить под орошаемые культуры повышенную дозу фосфорных удобрений. Но было установлено, что в условиях затопления, при наличии восстановительных процессов высокой щелочности среды подвижность фосфора возрастает и орошаемые культуры не испытывают недостаток в усвояемой форме фосфора.

Таким образом, рассмотренные условия аккумуляции гумуса, фосфора и азота в почвах низовой реки Сырдарьи свидетельствуют о том, что аридизация почв сопровождается снижением запасов гумуса, в меньшей степени азота и фосфора. Резкое снижение запасов гумуса и биологической активности почв отрицательно влияет на использование потенциальных запасов азота и фосфора. Поэтому основные мероприятия при исполь-

зовании земельного фонда пустынных дельтово-аллювиальных равнин должны быть направлены на формирование оптимальных запасов гумусовых веществ.

Засоленность почв. Изучение водно-солевого режима почв, проведенное на территории дельты р. Сырдарьи в разное время (до зарегулирования стока и после), показало, что с зарегулированием стока реки значительно изменилась направленность солевого режима. Аллювиальные почвы до зарегулирования стока реки характеризовались периодически промывным водным режимом в весенний период и сезонно-обратимым типом солевого режима. После зарегулирования промывной тип заменился непромывным типом водного режима, а солевой режим превратился в сезонно-необратимый тип засоления за счет однонаправленного многолетнего испарения пленочных таков в средней и нижней частях профиля. В этих почвах содержание запасов солей в двухметровом слое увеличилось с 60...90 т/га до 130 т/га. В лугово-болотных почвах содержание запасов солей увеличилось в двухметровом слое с 98...110 т/га до 125...133 т/га. Эти данные свидетельствуют о том, что дельтовые почвы р. Сырдарьи при использовании под орошение проявляют склонность к вторичному засолению.

В программе государства предусматривалось использовать эти почвы для развития орошаемого земледелия с возделыванием широкого ассортимента сельскохозяйственных культур. В структуре орошаемых культур ведущее место отводилось рису. Так низовья р. Сырдарьи превратились в рисоводческий регион Казахстана.

Согласно проектным проработкам Кызылординская область должна была использовать под регулярное орошение 300 тыс. га земельного фонда – за счет орошения из Сырдарьи. Но в середине 70-х годов в результате уменьшения стока реки 4 года подряд область не могла выполнить запланированный объем орошения земель, достигнув рубежа 286 тыс. га. Использование водо-земельных ресурсов и материально-технических средств было ориентировано на увеличение производства риса. На первом этапе при отсутствии инженерно-подготовленных земель посеvy риса размещались на всех участках, куда течет поливная вода. Десятки тысяч гектаров плодородные земли, используемые для выращивания овоще-бахчевых, плодо-ягодных культур, высокоурожайные сенокосные и пастбищные угодья, кустарниково-тугайные леса распахивались для посева риса. На этих вновь освоенных землях рис выращивали в течение одно-

го сезона и брошенные участки подвергались засолению, превратившись в пухлые и корковые солончаки. В дальнейшем по мере уменьшения площади свободных земель «кочевое» земледелие прекратилось. В практике землепользования широко применялась инженерная подготовка орошаемых земель. Это позволило упорядочить использование водо-земельных ресурсов и повысить культуру земледелия. Вводились рисово-люцерновые севообороты, но освоение их шло медленно, и в конце 80-х годов общая освоенность составила 30 % от общего количества введенных севооборотов. Главной причиной слабого освоения севооборотов является спускаемые сверху планы увеличения посевов риса. Для выполнения планов земледельцы уплотняли посевы культур в севооборотах. Были рекомендованы рисовые севообороты с удельным весом риса 62,5 % и выше, где рис на одном и том же поле возделывался 3 и более лет. Это результат действия плановой экономики, которая ежегодно спускала планы расширения посевов с целью увеличения производства риса. Практика показала, что в условиях низовьев р. Сырдарьи высокое насыщение рисом севооборотных полей не только не способствует росту урожайности риса, но и резко ухудшает мелиоративное состояние орошаемых земель. По данным официальной статистики, из 286,0 тыс. га орошаемых земель в 80-х годах, в настоящее время, остались 277,7 тыс. га. Из них 170,1 тыс. га в средней степени засолены или проявляют склонность к засолению, а 58,5 тыс. га орошаемые земли по причине вторичного засоления выпали из сельскохозяйственного оборота.

Исследования авторов, проведенные в 2008 г. (217 852 га), в 2009 г. (217 913 га), в 2010 г. (218 823 га) показали, что если в 2008 г. площадь слабозасоленных земель составило 39 %, то в 2009...2010 гг. – 34 %, т.е. уменьшилась. За эти годы площадь средnezасоленных земель возросла соответственно: 34, 36, 39 %. Площадь сильнозасоленных земель составила 27, 30, 27 % соответственно. Если объединить средnezасоленные и сильнозасоленные земли в одну группу как неблагоприятные в мелиоративном отношении, то общая площадь составит 61...66 % от общей площадей земель, используемых под орошение. Это довольно высокий показатель ухудшения мелиоративного состояния орошаемых почв в низовьях р. Сырдарьи.

Мелиоративное ухудшение орошаемой почвы сопровождается резким снижением ее плодородия, особенно при возделывании риса. Известно, что весь вегетационный период (90 дней) риса проходит при постоян-

ном затоплении поля водой. В этих условиях плодородие становится нестабильным и проявляет высокую динамичность, в которой основную роль играют окислительно-восстановительные (ОВ) процессы, обусловливаемые деятельностью микроорганизмов. Темпы ОВ процессов редко возрастают в жаркие месяцы лета, когда температура воды и почвы в чеке поднимается до 25...30 °С. С усилением восстановительных процессов, происходит снижение ОВ-потенциала и повышение щелочности среды до РН 8,5...9,2. Измерения ОВ-потенциала, проведенные авторами в лугово-болотных почвах, показали, что если перед затоплением поля водой ОВ-потенциал на глубине 0...10 см составил 336 мВ (милливольт), то уже через 10 суток после затопления его величина снизилась до 215 мВ. Минимальная его величина (152 мВ) была отмечена 10 августа незадолго до сброса воды с чека.

Усиление восстановительного процесса связано с дефицитом кислорода, который создается за счет использования анаэробными микроорганизмами кислорода органических веществ и восстановления окисных соединений ряда элементов. В результате образуются различные восстановительные соединения – закись железа (FeO), сероводород (H₂S), водород (H), метан (CH₄) и др. В анаэробных условиях разрушается не только свежее органическое вещество, но и гумус, содержание которого уменьшается при монокультуре риса.

При возделывании риса продолжительное затопление поля водой накладывает особые черты на пищевой режим почвы. Об этом можно судить по динамике подвижных форм азота и фосфора. Наиболее подвижная нитратная форма азота (NO₃) в анаэробной среде быстро восстанавливается до свободного азота и теряется, практически не принимая участия в азотном питании риса. Из подвижных форм азота в почве накапливается аммиачный азот, который образуется главным образом при разрушении органических веществ. Восстановленные условия в затопленной почве способствуют мобилизации фосфора. Опытными данными установлено, что по мере понижения величины ОВ-потенциала содержание подвижного фосфора в почве увеличивается, достигая максимума в фазе кущения-цветения риса. Затем процесс постепенно идет на убыль, и наименьшее содержание подвижного P₂O₅ во времени приходится на послеуборочный период [7-10].

С усилением окислительно-восстановительной среды плодородие почвы становится нестабильным, быстро разрушается, значительная часть высвободившихся элементов питания теряется и потребуется много сил,

средств и времени для его восстановления. Для компенсации этой потери приходится вносить повышенные дозы минеральных удобрений. Создание плодородия почвы за счет минеральных удобрений обеспечивает только средний урожай невысокого качества и резко ухудшает экологического состояния орошаемых земель. Так было последние 45 лет в высоконасыщенных рисом севооборотах, введенных еще в годы плановой экономики. В настоящее время в рекомендованных севооборотах посевы риса сокращаются и расширяются посевы суходольных культур и многолетних трав, позволяющие создавать высокоэффективное плодородие орошаемых почв.

Рис проявляет высокую отзывчивость на благоприятный режим питания, который во многом зависит от предшественников. В условиях низовьев Сырдарьи лучшими предшественниками являются люцерна и донник. В опытах КазНИИ риса при урожайности сена 200...250 ц/га в сумме за 2 года люцерна накапливает 200...210 ц/га корневых остатков в почве, в которых содержится 220...250 кг/га азота.

На этом фоне урожай риса составляет: по пласту люцерны – 64,3 ц/га, по обороту пласта – 58,9 ц/га и по третьяку (на третий год распашки пласта) – 51 ц/га. При этом в вариантах по обороту пласта (2-ой год) и третьяку (3-й год) под рис вносили минеральные удобрения в дозах $N_{120}P_{90}$ кг/га. Эти данные показывают, что в год распашки пласта люцерны под рисом разлагается до 85...87 % корневой массы и освобождается 80...85 % содержащегося в корнях азота или 196 кг из этого количества азота. Рис для создания 64,3 ц/га урожая поглощает 123 кг, а остальная часть азота теряется. Поэтому уже на второй год после люцерны количество вносимых под рис азотно-фосфорных удобрений необходимо увеличить, а при возделывании риса третьей культурой после трав потребность растений в основных элементах питания почти полностью покрывается за счет минеральных удобрений. Накопленные опытные данные показывают, что при такой схеме чередование культур в севообороте в течение одного сезона теряется две трети (2/3) почвенного плодородия, созданного в травяном звене за 2...3 года, почва истощается и ухудшается ее мелиоративное состояние. Научно доказано, что рис лучше использует элементы питания из органических веществ, чем из минеральных удобрений. Поэтому важной задачей является не только создание мощного биологического потенциала в почве, но и повышение его эффективности в течение 2...3 лет. В настоящее время в регионе 8^н-польные рисовые севообороты с пятью полями риса (рис занимает 67,5 % площади посевов в севообороте) заменяются 8^н-польными

севооборотами с тремя полями риса (37,5 %). Авторы считают, что последняя схема севооборота лучше подходит для улучшения системы орошаемого землепользования и повышения эффективности плодородия почвы. При этом необходимо менять порядок чередования культур. При распашке 2...3 летней люцерны в первый год по пласту выращивать пшеницу твердых сортов без внесения минеральных удобрений. Пшеница лучше использует остатки питательных веществ из минеральных удобрений, внесенных под люцерну в травяном звене и двухразовому поливу. При такой агротехнике пшеница дает до 40...45 ц/га высококачественного зерна. Поскольку посевы пшеницы поливаются всего два раза, в пахотном слое почвы не протекают процессы, ускоряющие разложение корневых остатков люцерны и их масса в виде полуразложившихся органических веществ сохраняется до 78...80 %. На второй год по обороту пласта после пшеницы на этом поле высевается рис и в затопленной почве быстро развиваются окислительно-восстановительные процессы, которые разлагая корневые остатки люцерны, освобождают элементы питания. Растения риса в полном объеме обеспечиваются питательными веществами из почвы, не нуждаясь в дополнительном внесении минеральных удобрений.

Урожай риса высокого качества достигает 62...65 ц/га на третий год после распашки травяного звена, по третьяку после риса второй год подряд выращивается рис. В почве сохраняется до 20 % органики, оставшейся от разложившихся корневых остатков люцерны и корневой массы риса. Органическая масса, немного, но поддерживает биологическую активность среды, способствует лучшему использованию рисом питательные вещества минеральных удобрений. Поскольку почва обеднена биологическим потенциалом, питание риса покрывается на 75...80 % за счет минеральных удобрений. Рекомендуется вносить среднюю дозу минеральных удобрений – $N_{120}P_{90}$ кг/га, что обеспечит получение 60...62 ц/га риса. В результате после распашки травяного звена свежая органическая масса (корневые остатки) накопленные под люцерной за 2...3 года, используется в течение 3 лет пшеницей и рисом (2 года). Минеральные удобрения применяются только один раз – на третий год под рис. Почва выходит из под риса не утомленной, сохраняя свою биологическую активность для быстрого восстановления плодородия. Не ухудшается мелиоративное состояние орошаемых земель, и самое главное – производится экологически чистая продукция. Предлагаемую схему можно рассматривать как модель создания «биологического» земледелия в низовьях р. Сырдарьи.

За последние полвека почвы в низовьях р. Сырдарьи, сформированные на аллювиальных отложениях, интенсивно осваивались под орошение. В программе развития орошения предусматривалось возделывание многих культур, но среди них ведущей культурой стал рис, и развитие орошаемого земледелия было ориентировано на увеличение производства риса. Рис превратился в монокультуру. Водно-земельные ресурсы, материально-технические средства в первую очередь использовались для расширения посевов риса. Вводились специальные 8-польные рисово-люцерновые севообороты, где посевы риса занимали 5 полей из 8 или 67,5 % от общей площади севооборота. Плановая экономика ежегодно спускала увеличенные планы посева риса. Для выполнения их нарушался порядок чередования культур в севообороте, почва теряла своё плодородие и по состоянию приближалась к абиотической среде. Рис давал урожай низкого качества исключительно за счет минеральных удобрений. Увеличились площади вторично засоленных орошаемых земель. В настоящее время, в регионе для наведения порядка в землепользовании вводится новая система земледелия с сокращенным числом рисовых полей.

Выводы.

1. С развитием орошаемого земледелия в низовьях р. Сырдарьи предусматривалось возделывание широкого ассортимента сельскохозяйственных культур, но фактически оно было ориентировано на увеличение производства риса, и регион превратился в рисоводческую базу Казахстана.
2. Для увеличения производства риса была разработана и введена система земледелия, где рис стал монокультурой и уплотнение его посевов сопровождалось разрушением природно-хозяйственного комплекса в зоне орошаемого земледелия.
3. Система земледелия с монокультурой риса себя не оправдала ни экологически, ни экономически и оказалась не пригодной для эффективного ведения орошаемого земледелия, следовательно, ее надо заменить новой системой земледелия.
4. Такой системой является предлагаемая институтом агроэкологии система земледелия, которая предусматривает возделывания не только риса, но и многих суходольных культур периодического орошения с учетом развития аграрно-хозяйственного комплекса региона в новых условиях.
5. Для эффективной работы новой системы земледелия большое значение имеет создание и использование биологического земледелия для производства экологически чистой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Илялетдинов А.Н. Микробиологические превращения азотосодержащих соединений в почве. – Алма-Ата: 1976. – С. 198-250.
2. Неунылов Б.А., Хавкина Н.В. Исследование скорости разложения и процессов превращения в почве органического вещества, меченого C^{14} . // Почвоведение. – 1968. – №2. – С. 103-108.
3. Нургизаринов А, Шапшанов К Экологизация производств в Приаралье (Кызылординская обл.) – Алматы: 2001. – С. 31-55. (каз. яз.).
4. Нургизаринов А.М. Динамика плодородия почв в условиях рисосеяния и применение удобрений под рис в Казахстане. / Интенсификация земледелия Юга и Юга-Востока Казахстана – Алма-Ата: ВО ВАСХНИЛ, 1978. – С. 18-25.
5. Почвы Кызыл-Ординской области. – Алма-Ата: 1983. – 302 с.
6. Нургизаринов А.М., Назаров Е.А., Шарипова А.Ж, Арыстан Е.Ж. Экологическое состояние и пути мелиоративного улучшения орошаемых земель в низовьях реки Сырдарьи. // Гидрометеорология и экология. – 2014г. – №3. – С.185-187.
7. Alexander M. Nitrification. «Soil Nitrogen». Mdison, USA, 1965, 309-343.
8. Bonman B.A. Water-efficient management strategies in rice Production // IRRN, Philippines, 2001. –Vol. 26. – №2. – P. 17-22.
9. Pachikin K., Krivenko V., Eroshina O., Shildebaeva S. Integrated system for modeling and evaluation of natural-economic resourcez in the Kazakhstan Priaralie // Tetys Geographikal Research. – 2005. – V. I. – P. 93-107.
10. Pachikin K., Morimoto Y., Krivenko V. 3D soil model of modern Syrdarya delta and dyoining part of Aral Sea dried bottom. Issues of 17 World Congress of soil Scientists. August, 14-24, 2002, Bangkok, Thailand. Vol. IV. P. 1587.

Поступила 12.12.2016

А-шар. ғылымд. докторы	А.М. Нұрғызарынов
Техн. ғылымд. канд.	А.Т. Жүнісов
Техн. ғылымд. канд.	Е.А. Назаров
	А.Ж. Шәріпова

СЫРДАРИЯ ӨЗЕНІНІҢ ТӨМЕНГІ АҒЫСЫНДАҒЫ СУАРМАЛЫ ТОПЫРАҚТЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНАРЛЫЛЫҒЫН АРТТЫРУДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ НЕГІЗІ

Түйін сөздер: аллювиалды топырақ, суармалы жершаруашылығы, ауылшаруашылық дақылдары, жерді пайдалану, табиғи-шаруашылық кешен, жеді биологиялық өңдеу

Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы суармалы жерді және жер ресурстарын неғұрлым тиімді пайдалануды дамыту мәселелеріне арналған мақала. Сырдария өзенінің төменгі ағысындағы аллювиалды жазықтықтағы атыраулы аумақтарда ауылшаруашылық дақылдарының сан түрлерін өңдеуге және сонымен қатар суармалы күрішке жақсы ықпал ететін гидроморфты топырақ қоры жеткілікті. Бірақ, күріш монодақылын дамытумен қатар табиғи-шаруашылық кешеннің бұзылуы орын алды.

Мақала авторлары көрсеткендей, монодақыл ретінде күріш өсірудегі жерді өңдеудің ескі жүйесін, күріш алқаптарын себу жұмыстары барысында барынша қысқарту қиын жағдайдан шығудың бірден-бір жолы.

Nurgizarinov A.M., Zhunisov A.T., Nazarov E.A., Sharipova A.Zh.

ECOLOGICAL BASES OF INCREASE OF THE IRRIGATED SOILS BIOLOGICAL FERTILITY IN THE SYR DARYA RIVER LOWER REACH

Keywords: alluvial soils, irrigated agriculture, agricultural crops, land use, natural and economic complex, biological farming

The given article is concerned with the issues to the development of irrigation farming and efficiency development of land resources in the lowest Syrdarya river in Kazakhstan. It is shown that there are sufficient reserves of boggy soils favorable for cultivation of a wide range of agricultural crops including flooded rice in the alluvial plains of delta. However, the development of rice monoculture was accompanied by the destruction of natural and economic complex.

The authors are noted that it is necessary to replace the old system of farming where the rice was growing as a monoculture by the new system with a reduced number of paddy fields in rotation for ensuring from creation of sitnofion.