

Научная статья

Original article

УДК 633.18.03

DOI 10.55186/25880209_2025_9_4_2

**ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РИСА
НА РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ КРАСНОДАРСКОГО
КРАЯ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И
ТЕХНОГЕННЫХ УГРОЗ**

WAYS TO IMPROVE RICE CULTIVATION TECHNOLOGY IN RICE
IRRIGATION SYSTEMS OF KRASNODAR KRAI IN CONDITIONS OF WATER
RESOURCE SHORTAGE AND MAN-MADE THREATS



Приходько Игорь Александрович, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой Строительства и эксплуатации водохозяйственных объектов, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», (350011, Краснодар, ул. Димитрова 3/1, кв. 248) тел. +7(909)4525133, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, prihodkoigor2012@yandex.ru

Бандурин Михаил Александрович, доктор технических наук, доцент, заслуженный изобретатель РФ, декан факультета Гидромелиорации, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», тел. +7(950)8557640, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, chepura@mail.ru

Молчанова Галина Александровна, бакалавр 2 курса бакалавриата факультета гидромелиорации ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», тел. +7 (960) 495-16-18, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8774-7216>, galya.molchanova.05@inbox.ru

Prikhodko Igor Aleksandrovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Construction and Operation of Water Facilities, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina», (350011, Krasnodar, 3/1 Dimitrov st., Apt. 248) tel. +7 (909) 4525133, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4855-0434>, prikhodkoigor2012@yandex.ru

Bandurin Mikhail Alexandrovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Honored Inventor of the Russian Federation, Dean of the Faculty of Hydro-Reclamation, FSBEI HE «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina», tel. +7(950)8557640, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0986-8848>, chepura@mail.ru

Molchanova Galina Aleksandrovna, 1st year bachelor's degree, Faculty of Hydromelioration, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilina", tel. +7 (960) 495-16-18, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8774-7216>, galya.molchanova.05@inbox.ru

Аннотация. Основной задачей, поставленной руководством страны, является поддержание устойчивого уровня производства сельскохозяйственной продукции, в том числе круп. Рис является одной из культур определяющей продовольственную безопасность России. Возделывание риса всегда сопровождается высокой трудо- и ресурсозатратностью. Главной особенностью возделывания риса является ее потребность в большой оросительной норме, порядка 15-25 тыс. м³, хотя биологическая потребность риса по различным исследованиям составляет от 5 до 8 тыс. м³ воды. Это во многом обусловлено необходимостью борьбы с сорной растительностью. Борьба с сорной растительностью является одним из важнейших этапов при возделывании риса, халатное отношение к которому может привести к серьезным потерям урожая риса и снижению его качества. Основным регионом по производству риса, с долей производства более 80% является Краснодарский край. Площади рисовых оросительных систем в Краснодарском крае составляют около 240 тыс. га, из них под рисом в 2024 году было 117,4 тыс. га. Это обусловлено дефицитом водных ресурсов и различными техногенными угрозами. Поэтому, целью наших исследований было разработка безгербицидной технологии выращивания риса для

снижения антропогенной нагрузки на почвы рисовых чеков, снижении трудоемкости, экономии водных ресурсов и повышение экологичности возделывания риса. В результате проведенных в 2021-2024 гг. исследованиях в КФХ «Головин Григорий Николаевич» Калининском районе Краснодарского края была получена и апробирована новая технология, позволяющая при сохранении урожайности снизить трудоемкость на более чем на 30% и при этом не требует капитальных вложений.

Abstract. The main task set by the country's leadership is to maintain a sustainable level of agricultural production, including cereals. Rice is one of the crops that determines Russia's food security. Rice cultivation is always accompanied by high labor and resource intensity. The main feature of rice cultivation is its need for a large irrigation rate, about 15-25 thousand m³, although the biological need of rice, according to various studies, ranges from 5 to 8 thousand m³ of water. This is largely due to the need to combat weeds. Weed control is one of the most important stages in rice cultivation, a negligent attitude to which can lead to serious losses in the rice crop and a decrease in its quality. The main region for rice production, with a production share of more than 80%. The area of rice irrigation systems in the Krasnodar Territory is about 240 thousand hectares, of which 117.4 thousand hectares were under rice in 2024. This is due to the shortage of water resources and various man-made threats. Therefore, the goal of our research was to develop a herbicide-free rice cultivation technology to reduce the anthropogenic load on the soils of rice paddies, reduce labor intensity, save water resources and improve the environmental friendliness of rice cultivation. As a result of research conducted in 2021-2024 at the Golovin Grigory Nikolaevich peasant farm in the Kalininsky district of the Krasnodar Territory, a new technology was obtained and tested that allows, while maintaining yield, to reduce labor intensity by more than 30% and does not require capital investments.

Ключевые слова: *рис, обработка почвы, безгербицидные технологии, сорная растительность, увлажнительный полив*

Keywords: *rice, soil cultivation, herbicide-free technologies, weeds, moistening irrigation*

Благодарности: *Исследование выполнено за счет средств гранта Российского научного фонда и Кубанского научного фонда №24-26-20003.*

Acknowledgments: *The study was carried out with funds from the grant of the Russian Science Foundation and the Kuban Science Foundation No. 24-26-20003.*

Введение. В практике мирового земледелия перед посевом культурного растения принято не только тщательно готовить для него почву, но и создавать условия, способствующие провокации всходов сорных растений и затем уничтожать их механическим путем [1,2]. Тогда может и не потребоваться химических средств защиты. С древнейших времен земледелец делал для этого все возможное вплоть до некоторого запаздывания с посевом [3,4].

Иначе сложилась технология возделывания риса, традиционно скопировавшая эмпирический опыт рисоводов многих стран [5]. Наука здесь пока утверждает, а производство привыкло к тому, что почву, начиная с ранневесеннего периода до посева подвергают многочисленным обработкам, тем самым высушивая ее верхний слой [6-8]. Вследствие этого семена или вегетативные органы размножения сорных растений лишены возможности прорасти, а поэтому их всходы нельзя уничтожить агротехническим путем до посева. Рис сеется в иссушенную почву, и затем чеки затапливаются водой. Но одновременно со всходами риса, практически в один и тот же день, появляются и массовые всходы всех сорных растений.

Создается сложнейшая ситуация. Ручная прополка в современных условиях неосуществима, а к воде сорные растения приспособлены не хуже риса и поэтому одним регулированием толщины водного слоя можно добиться лишь незначительных успехов. Выход из такого положения в последние два десятилетия нашли в массовом, часто неумеренном применении гербицидов, но они, как показала практика, не оправдали возлагавшихся на них надежд [9].

Материалы и методы. По данным ВНИИриса, применение гербицидов приводит к пожелтению и отмиранию либо части, либо целых листьев риса, а также снижению темпов роста и густоты стояния. Увеличение дозы с 5 до 9 кг на 1 га повышает процент поражения с 22 до 68,5 и вызывает изреживание всходов при

последующем затоплении с 11,3 до 56,4 % [10]. Такие дозы необходимо применять при засоренности около трех тысяч всходов ежовника на 1 м². Часто одной обработки бывает недостаточно и приходится проводить вторую. К тому же рисовые поля засоряются краснозерными сорно-полевыми формами риса, на которые гербициды не действуют. В итоге оказалось, что затраты на приобретение гербицидов и внесение их обременительны, а конечный результат трудно определить. С 1961-1965 гг. (до применения гербицидов) по настоящее время (массовое применение гербицидов) урожайность риса в Краснодарском крае повысилась на 6,3 ц с 1 га, но за это же время дозы минеральных удобрений увеличились более чем на 10-15 ц на 1 га. Однако полного понимания на сколько велика роль гербицидов в увеличении урожайности окончательно не установлена, при этом отрицательная роль гербицидов становится все более очевидной [11]. Для уменьшения их вредоносности выделены санитарные зоны, ограничивается ареал работы авиационных средств, вводится ряд мероприятий по ужесточению техники безопасности и повышены закупочные цены на зерно, выращенное без этих ядохимикатов.

Причиной массового применения гербицидов является безоговорочная вера в необходимость максимального «окисления» почвы, которое якобы можно осуществить многократной обработкой пахотного слоя и иссушением почвы в сравнительно короткий весенний период. Это агротехническое требование превратилось в неоспоримую догму. На самом деле для протекания сложнейших окислительных процессов необходима влага. Можно согласиться с тем, что, по академику А. Н. Лебеядцеву, высушивание почвы повышает плодородие, но для этого ее требуется довести до воздушно сухого состояния [12]. Однако почва до такой степени в объеме пахотного слоя не высушивается, следовательно, не окисляется даже путем многочисленных обработок. Если даже допустить возможность окисления почвы подобным путем, то это лишь один из факторов, определяющих урожайность риса. При иссушении почвы, особенно при весенней перепашке, совершенно невозможна провокация всходов сорной растительности и последующее их уничтожение до посева риса, тогда как в предпосевной период необходимо ориентироваться на доминирующий фактор, которым является

уничтожение сорной растительности. С годами этот фактор все более дает о себе знать – урожайность риса не только не стабилизируется, но и начала снижаться именно по этой причине.

Результаты и обсуждение.

Нами предлагается принципиально новая технология возделывания риса, рассчитанная на агротехнический способ борьбы с сорной растительностью [13]. Если существующая технология направлена на то, чтобы получать всходы риса и сорной растительности одновременно, а уж затем приступать к борьбе с ней, то в основе предложенной технологии лежит принцип отдельного получения всходов риса и сорной растительности и уничтожение последней механическим путем до оптимальных сроков посева риса. Для этого имеются все условия: основные засорители риса – ежовники, клубнекамыш и сорно-полевые формы риса всходят, например, на Кубани в апреле, а оптимальный срок посева риса – конец апреля – первая декада мая.

Определяющее в этой технологии – предпосевная подготовка почвы, которая удовлетворяет двум требованиям: созданию благоприятных условий для ранней провокации сорной растительности и одновременно таким же благоприятным условиям для вегетации риса. С этой целью проводится осеннее или ранневесеннее выравнивание поля и последующее его уплотнение весной до оптимальных значений объемной массы для риса ($1,35-1,40 \text{ г/см}^3$), что несколько выше, чем для суходольных культур, но почти равно уплотнению по существующей технологии. При этом пахотный слой сохраняет достаточное количество влаги для всходов сорной растительности, а на поверхности формируется тонкий слой рыхлой почвы, предохраняющий влагу от испарения. После появления всходов сорняков они уничтожаются поверхностной обработкой на глубину не более 3 см. Мульчирующий слой такой толщины надежнее сохраняет влагу и позволяет при посеве риса на глубину 4-5 см получать его всходы без увлажнительных поливов. При таком сложении пахотного слоя как для семян сорняков, так и для семян риса создается благоприятный водно-термический режим. Даже при сухой погоде в верхней части пахотного слоя имеется достаточно влаги для прорастания семян; она подтягивается снизу капиллярно-пленочным путем.

Проведенные исследования в КФХ «Головин Григорий Николаевич» Калининского района в 2021-2024 гг. показали, что при описанном способе подготовки почвы ее эффективное плодородие не снижается.

Практикуемое иногда затягивание обработки зяби в надежде на провоцирование сорной растительности не имеет ничего общего с радикальным ее уничтожением. Дело в том, что при позднем чизелевании (культивации) почва извлекается из толщи пахотного слоя с массой непроросших сорняков и ко времени посева они не успевают прорасти, а наоборот, подсушиваются и сохраняют свою всхожесть. Семена сорной растительности в наших широтах могут прорасти только лишь из верхнего слоя – не глубже 4-5 см. Поэтому и требуется заблаговременное выравнивание зяби, а затем проведение только поверхностных обработок.

Здесь уместно упомянуть и о другом, слишком очевидном недостатке в рисоводстве – неправильном внесении азотного удобрения. В большинстве случаев оно вносится задолго до затопления и за это время успевает в значительной степени нитрофицироваться, а при затоплении улетучиться в газообразном состоянии. Таким путем теряется более половины азота внесенного удобрения [14]. По предложенной технологии азотное удобрение вносится непосредственно перед затоплением, и эта статья потерь оказывается исключенной.

Технология сгруппирована в шесть четко оформленных операций, для которых предлагаются определенные средства механизации. Урожайность при этом не снижается, качество зерна повышается, а число различных видов работ сокращается на одну треть. Технология свободно вписывается в организационно-хозяйственную структуру рисосеющих хозяйств и не требует капитальных вложений.

Как показывает практика, внедрять предлагаемую технологию целесообразно поэтапно [15]. Необходимо начинать с четырех первых операций, обеспечивающих агротехническое уничтожение всходов сорной растительности до посева риса (с возможным ограниченным применением гербицидов). Это первый этап. После этого легче перейти и к получению всходов риса без увлажнительных поливов. На первом этапе легко осуществляется борьба с влаголюбивыми

сорняками (ежовником), а на втором – и с болотными (клубнекамышом) и совсем исключается применение гербицидов.

В настоящее время степень разработки технологии для производственных условий позволяет ее дифференцировать.

Ниже дан анализ технологического процесса, каждая из операций которого имеет несколько вариантов.

Первая операция – основная обработка почвы (подъем зяби). Вспашка по первому варианту осуществляется наклонно-лемешным плугом нашей конструкции, который формирует тонкие почвенные пласты, интенсивно подсыхающие с осени. Плуг лучше, чем существующие конструкции, выравнивает поле, а растительные остатки заделывает в верхнюю половину пахотного слоя, где они хорошо минерализуются.

Тонкий пласт способствует более быстрому увлажнению и высыханию почвы (к тому же сильно вспушенной) и поэтому и более быстрому прохождению циклов увлажнение – высыхание. Последнее является основным оструктурирующим фактором почвы [16].

При подъеме зяби лемешно-отвальным плугом (сечение пласта 35x20 см) почва созревает только сверху, а остальная часть очень часто при первой же обработке выворачивается на поверхность в виде влажных незревших отдельностей, быстро подсыхающих и превращающихся в плотные глыбы. Кроме того, наклонно-лемешный плуг производит вспашку без образования плужной подошвы, что также улучшает мелиоративное состояние чеков.

Принцип наклонно-лемешной обработки почвы заключается в последовательном отделении в наклонном положении почвенных лент и поворота их (в зависимости от поставленной цели) в вертикальное, обратно-наклонное или в исходное положение. Вспашка по второму варианту осуществляется лемешно-отвальным плугом.

Вторая операция – выравнивание чеков. Лучшие условия для провокации всходов сорной растительности и последующего их уничтожения создаются при выравнивании зяби с осени. По первому варианту выравнивание производится грейдером или длиннобазовым планировщиком после подсыхания пластов

поднятой зяби и при сухой погоде. По второму варианту (при влажной погоде) зябь выравнивают, измельчая пласты дисковыми орудиями в условиях, исключающих заклинивание почвы между дисками. Не исключен и третий вариант – чизелевание почвы в зимний период: в оставшийся до весны срок почва успевает созреть. При осеннем выравнивании хорошие результаты дают широкозахватные орудия местного изготовления.

По завершении к осени очередной реконструкции чеков их следует взрыхлить на небольшую глубину, так как пребывание почвы в уплотненном состоянии в течение зимнего периода ведет к снижению ее плодородия и появлению нежелательной трещиноватости с поверхности, задерживающей провокацию сорняков.

Ранневесеннее выравнивание (четвертый вариант) производится чизель-культиватором с последующим выравниванием паровым культиватором со стрельчатыми лапами на глубину 5-7 см (на тяге гусеничного трактора). Очень хорошие результаты и в пятом варианте, когда весной вслед за чизель-культиватором пускают грейдер, но в обязательном порядке с полной загрузкой его отвала почвой (во избежание формирования срезок – оголенных от мульчирующего слоя почвы участков). Но этот вариант возможен при хорошем созревании почвы, что обычно наблюдается на чеках с высокими отметками. Разница между осенним и весенним выравниванием состоит в том, что при осеннем выравнивании провокация всходов сорной растительности начинается сразу же после прогрева почвы до температур, достаточных для жизнедеятельности вегетативных органов размножения и семян сорных растений. Тогда сумма ранневесенних положительных температур используется этими растениями максимально. При весеннем выравнивании вегетация сорных растений начинается лишь с момента выравнивания (на что требуется время), и если после этой операции выпадут осадки. В отсутствие осадков провокация начинается только при подтягивании влаги капиллярным путем после уплотнения выровненной и поэтому сверху подсушенной почвы.

Третья операция – уплотнение пахотного слоя до оптимальных значений объемной массы для риса. Базируется на условии равенства давления катка

давлению колес тяжелых тракторов. Поэтому уплотнительные усилия на почву по предлагаемой технологии равны уплотнительным усилиям по существующей технологии. Предпосевное уплотнение проводится на слегка подсохшей почве в один проход.

Большая удельная масса катка, несоизмеримая по этому признаку с применяющимся в настоящее время, объясняется тремя причинами:

1. Уплотнение проводится так, чтобы поверхность катка соприкасалась с поверхностью почвы без провисаний.

2. Уплотнение должно быть равномерным, а этого можно достичь лишь при равенстве давлений колес трактора и катка. Поэтому ширина колес трактора входит в рабочий захват уплотняющего агрегата.

3. Уплотнение должно быть достаточным для получения объемной массы почвы порядка $1,35-1,40 \text{ г/см}^3$, то есть для создания сплошного монолитно-влажного сложения пахотного слоя.

Вариантов уплотнения два. Уплотнение после ранневесеннего выравнивания производится немедленно – с целью ускорения снабжения влагой семян сорных растений и быстрой их провокации. При этом на поверхности поля формируется тонкий слой (около 1 см) сухой почвы, предохраняющей влагу от испарения, но в то же время и затрудняющей всходы сорняков из этого слоя. При таком варианте может создаться дефицит времени, особенно при недостатке средств механизации. Уплотнение после осеннего выравнивания можно проводить и при появлении всходов сорных растений. Объясняется это тем, что на необработанной зяби весной появляется очень тонкая и хрупкая корка толщиной несколько миллиметров, которая надежно предохраняет влагу от испарения и этим самым в максимальной степени способствует провокации сорных растений. Но это, однако, не значит, что можно обойтись без уплотнения; оно необходимо и как фактор создания оптимальной плотности почвы для риса и для создания противорежущей части рабочим органам культиваторов.

При уплотнении следует опасаться слишком влажной почвы с поверхности.

Четвертая операция – механическое уничтожение всходов сорной растительности. Техника уничтожения проросших сорняков заключается в

послойном снятии тонкой (около 1 см) горизонтальной стружки или же сплошного скребкования поверхности поля по принципу трения-скольжения.

Для полного уничтожения ежовников и ощутимого угнетения клубнекамыша одной культивации недостаточно. Высокая производительность агрегата позволяет провести и вторую культивацию, но при этом не допускается наращивание рыхлого слоя почвы свыше 2-3 см. Это один из главных факторов для проведения качественного посева.

Функции культиваций не ограничиваются уничтожением сорной растительности. Эти обработки органически вписываются и в следующую операцию – посев. Сформированный рыхлый сухой слой почвы толщиной до 3 см на поверхности уплотненной почвы затем начинает играть вполне определенную роль. Он является средством эффективной защиты влаги от испарения. Значение его состоит и в том, что он облегчает посев: при требуемой глубине заделки семян риса на 3,5-4 см бороздку для них в уплотненной почве надо формировать глубиной лишь около 2 см.

По первому варианту эту операцию проводит культиватор с жестким креплением рабочих органов (чизель-культиватор). Толщина срезаемой стружки регулируется, а культиватор хорошо выравнивает почву для посева.

По второму варианту операция проводится паровым культиватором с индивидуальной подвеской рабочих органов. Этот культиватор формирует очень равномерный слой рыхлой почвы на поверхности, но слаб в конструктивном исполнении.

Пятая операция – посев. Во всех случаях срок посева определяется временем уничтожения сорняков, то есть не выходит из пределов оптимальных сроков посева по существующей технологии даже среднепозднеспелых сортов риса.

Первый вариант имеет целью сформировать в уплотненной почве бороздку глубиной около 2 см и уложить на ее дно семена риса с рядковым удобрением. Посев осуществляют с междурядьями 7,5 см, но на первых этапах внедрения целесообразен посев с междурядьями 15 см (желательно перекрестный). В этом варианте ускоренно созревает рис за счет устранения недостатков существующей технологии:

1. Всходы риса появляются на несколько дней раньше (при посеве в один и тот же день).

2. Исключается задержка вегетации риса после обработки гербицидами.

Вариант рассчитан на получение всходов риса без увлажнительных поливов и на эффективную борьбу с клубнекамышом.

По второму варианту посев производится с расчетом получения всходов риса с увлажнительными поливами.

Шестая операция – послепосевное уплотнение почвы (для первого варианта посева). Улучшает контакт семени с почвой. Уплотняют катком. Проход уплотняющего агрегата по засеянному полю не опасен, так как каток и колеса трактора производят давление в основном на междурядья, лишь слегка уплотняя почву в бороздках. В случае дождливой погоды операция опускается.

Механическое уничтожение сорной растительности продолжается и после посева риса, когда не исключается, а, наоборот, должна обязательно предполагаться возможность появления всходов сорняков и с большей глубины, чем 4-5 см. Для их механического уничтожения используют культиватор, который уничтожает появившиеся единичные всходы сорняков. Такого типа обработку можно проводить до появления в бороздках проростков риса длиной 0,5-1 см, то есть до момента их выхода на поверхность междурядий и опасности повреждения при культивации.

Азотное удобрение вносится после посева риса непосредственно перед затоплением или перед последней культивацией, которая способствует его более равномерному распределению по полю особенно при внесении центробежными разбрасывателями. Фосфорное удобрение можно вносить также перед посевом или же в любой весенний срок, с учетом недопущения «пиковых» моментов в организации труда.

По нашим данным, следует ориентироваться на более позднее внесение удобрений, не опасаясь снижения их эффективности. При этом агрегаты с туковыми машинами ходят по выровненному полю, обеспечивающему равномерный разброс удобрений, уменьшающему встряску и вероятность поломок.

Первоначальное затопление должно быть умеренным (8-10 см) с постепенным повышением слоя воды до 15 см, который поддерживается 7-8 дней. При таком режиме подавляются всходы ежовника обыкновенного, а для других его видов слой воды требуется увеличить. Таким образом, в борьбе с сорной растительностью не теряет своего значения и регулирование слоя воды в начальный период вегетации.

Переход на новую технологию должен производиться с учетом местных условий, подготовленности кадров и средств механизации. Очень важно выбрать наиболее приемлемое сочетание вариантов отдельных операций. Прежде всего рекомендуется дифференцировать технологию в зависимости от отметок чеков.

На чеках с высокими отметками на первом этапе вполне приемлем вариант с осенним выравниванием поля, уплотнением пахотного слоя по всходам сорных растений (имеются в виду чеки, не засоренные клубнекамышом), уничтожение всходов сорных растений культиватором (на базе чизель-культиватора) и посев с получением всходов риса с увлажнительными поливами. Такое сочетание вариантов можно практиковать сразу же на больших площадях. На чеках с низкими отметками внедрение технологии необходимо проводить по полной схеме. Связано это с трудностью борьбы с клубнекамышом. Уничтожение его возможно лишь путем угнетения вегетативной массы жесткими условиями произрастания (без слоя воды в уплотненной почве) и доведения к моменту посева риса до фазы бутонизации с последующей подрезкой культиватором.

Выводы. Как видно из изложенного, агротехнические приемы возделывания риса гармонично сочетаются с уничтожением сорной растительности: все операции прямо или косвенно направлены как на достижение первой, так и второй целей. При этом происходит перенесение значительной части работ на позднеосенний период с соответствующим уменьшением весенних работ.

Литература

1. Крылова Н.Н., Иванов Н.А., Огрызко В.А. Совершенствование способа полива риса // Академия педагогических идей «Новация». Серия: Студенческий научный вестник. – 2019. – №2 (февраль). URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

2. Суров, А. О. Проблемы рационального использования водных и земельных ресурсов в рисоводстве / А. О. Суров, С. А. Владимиров // Аспирант. – 2021. – № 6(63). – С. 151-153

3. Microflora microbiological characteristics of saline soils / I. Prikhodko, A. Verbitsky, S. Vladimirov, T. Safronova // E3S Web of Conferences : 13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020, Rostovon-Don, 26–28 февраля 2020 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 09010. – DOI 10.1051/e3sconf/202017509010.

4. Reducing the Anthropogenic Impact of Natural Risks on Small Rivers in the South of Russia / M. A. Bandurin, A. A. Rudenko, I. P. Bandurina, I. A. Prikhodko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Virtual, Online, 10–12 января 2022 года. – Virtual, Online, 2022. – P. 042037. – DOI 10.1088/1755-1315/988/4/042037.

5. Способ очистки дренажного стока рисовых оросительных систем / И. А. Приходько, В. Т. Ткаченко, И. В. Гребенщиков [и др.] // Лесная мелиорация и эколого-гидрологические проблемы Донского водосборного бассейна : материалы Национальной научной конференции, Волгоград, 29–30 октября 2020 года. – Волгоград: Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук, 2020. – С. 275-278.

6. Волосухин, В. А. Изменение климата: причины, риски для водохозяйственного комплекса Краснодарского края / В. А. Волосухин, М. А. Бандурин, И. А. Приходько // Природообустройство. – 2022. – № 4. – С. 50-56. – DOI 10.26897/1997-6011-2022-4-50-56.

7. Safronova, T. I. Probabilistic Approach to Soil Fertility Conservation by Mathematical Modeling of Technological Processes and Optimization of Resource Use / T. I. Safronova, S. A. Vladimirov, I. A. Prikhodko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. – Vladivostok, 2021. – P. 042063. – DOI 10.1088/1755-1315/666/4/042063.

8. Приходько, И. А. Разработка методики оценки мелиорируемых земель / И. А. Приходько, Т. И. Сафронова, А. Ю. Вербицкий // Вестник Научно-

методического совета по природообустройству и водопользованию. – 2019. – № 15. – С. 59-69.

9. Бандурин, М. А. Современные методы управления поливами на оросительных системах Юга России / М. А. Бандурин, И. А. Приходько, И. П. Бандурина // Научная жизнь. – 2021. – Т. 16, № 8(120). – С. 986-997. – DOI 10.35679/1991-9476-2021-16-8-986-997.

10. Исследование окислительно-восстановительных процессов в ризосфере рисовых чеков в период вегетации риса / И. А. Приходько, С. А. Владимиров, Е. И. Хатхоху [и др.] // International Agricultural Journal. – 2020. – Т. 63, № 5. – С. 5. – DOI 10.24411/2588-0209-2020-10211.

11. Патент № 2466522 С1 Российская Федерация, МПК A01B 79/02, G01N 33/24, A01G 16/00. Способ определения агроресурсного состояния почв по мелиоративной шкале рисовой оросительной системы : № 2011112267/13 : заявл. 30.03.2011 : опубл. 20.11.2012 / Е. В. Кузнецов, А. Е. Хаджиди, И. А. Приходько ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет".

12. Приходько, И. А. Эколого-мелиоративные аспекты рационального природопользования в рисоводстве Кубани / И. А. Приходько, А. В. Парфенов, Д. А. Александров // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ, Чебоксары, 22 октября 2021 года. – Чебоксары: Чувашский государственный аграрный университет, 2021. – С. 150–152.

13. Владимирова, С. А. Ресурсосберегающие и природоохранные технологии для решение экологических проблем на Кубани / С. А. Владимиров, В. В. Колесниченко, Д. А. Войтенко, Д. А. Александров // . – 2021. – № 73-3. – С. 112-115. – DOI 10.18411/lj-05-2021-113.

14. Приходько, И. А. Задача выбора рациональных технологических операций при возделывании риса / И. А. Приходько, М. А. Бандурин, В. И.

Степанов // International Agricultural Journal. – 2021. – Т. 64, № 5. – DOI 10.24411/2588–0209–2021–10359.

15. Safronova, T. Probabilistic assessment of the role of the soil degradation main factors in Kuban rice fields / T. Safronova, S. Vladimirov, I. Prikhodko // E3S Web of Conferences : 13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020, Rostovon-Don, 26–28 февраля 2020 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 09011. – DOI 10.1051/e3sconf/202017509011.

16. Вербицкий, А. Ю. Оценка рационального использования водных ресурсов на примере реки Афипс / А. Ю. Вербицкий, И. А. Приходько, Н. Н. Мамась // Экология речных ландшафтов: Сборник статей по материалам IV Международной научной экологической конференции, Краснодар, 03 декабря 2019 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2020. – С. 12-18.

References

1. Krylova, N.N., Ivanov, N.A., Ogryz'ko, V.A. (2019). Sovershenstvovanie sposoba poliva risa [Improving the method of watering rice]. Akademiya pedagogicheskikh idei «NovatsiYA». Seriya: Studencheskii nauchnyi vestnik [Academy of Pedagogical Ideas "Innovation". Series: Student Scientific Bulletin]. No 2 (February). URL: <http://akademnova.ru/page/875550>

2. Surov, A. O., Vladimiro, S. A., Problemy ratsional'nogo ispol'zovaniya vodnykh i zmel'nykh resursov v risovodstve [Problems of rational use of water and land resources in rice growing]. Aspirant [Graduate student], 2021. – No 6(63). – pp. 151-153

3. Microflora microbiological characteristics of saline soils / I. Prikhodko, A. Verbitsky, S. Vladimirov, T. Safronova // E3S Web of Conferences : 13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020, Rostovon-Don, 26–28 февраля 2020 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 09010. – DOI 10.1051/e3sconf/202017509010.

4. Reducing the Anthropogenic Impact of Natural Risks on Small Rivers in the South of Russia / M. A. Bandurin, A. A. Rudenko, I. P. Bandurina, I. A. Prikhodko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Virtual, Online, 10–12 января

2022 года. – Virtual, Online, 2022. – P. 042037. – DOI 10.1088/1755-1315/988/4/042037.

5. Method of cleaning the drainage runoff of rice irrigation systems / I. A. Prikhodko, V. T. Tkachenko, I. V. Grebenshchikov [et al.] // Forest reclamation and ecological and hydrological problems of the Don watershed : proceedings of the National Scientific Conference, Volgograd, 29-30 October 2020. - Volgograd: Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Reclamation and Protective Forestry of the Russian Academy of Sciences, 2020. - C. 275-278.

6. Volosukhin, V. A. Climate change: causes, risks for the water management complex of Krasnodar Krai / V. A. Volosukhin, M. A. Bandurin, I. A. Prikhodko // Prirodoobustroystvo. - 2022. - № 4. - C. 50-56. - DOI 10.26897/1997-6011-2022-4-50-56.

7. Safronova, T. I. Probabilistic Approach to Soil Fertility Conservation by Mathematical Modeling of Technological Processes and Optimization of Resource Use / T. I. Safronova, S. A. Vladimirov, I. A. Prikhodko // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Vladivostok, 06–09 октября 2020 года. – Vladivostok, 2021. – P. 042063. – DOI 10.1088/1755-1315/666/4/042063.

8. Prikhodko, I. A. Development of a methodology for the assessment of the ameliorated lands / I. A. Prikhodko, T. I. Safronova, A. Y. Verbitsky // Bulletin of the Scientific and Methodological Council on Prirodoobustroystvo and Water Use. – 2019. – № 15. – C.59-69.

9. Bandurin, M. A. Modern methods of irrigation management on irrigation systems in the South of Russia / M. A. Bandurin, I. A. Prikhodko, I. P. Bandurina // Scientific Life. - 2021. - T. 16, № 8(120). - C. 986-997. - DOI 10.35679/1991-9476-2021-16-8-986-997.

10. Study of oxidation-reduction processes in the rhizosphere rice checks during rice growing season / I. A. Prikhodko, S. A. Vladimirov, E. I. Hathokhu [et al.] // International Agricultural Journal. - 2020. - T. 63, № 5. - P. 5. - DOI 10.24411/2588-0209-2020-10211.

11. Patent № 2466522 C1 Russian Federation, MPK A01B 79/02, G01N 33/24, A01G 16/00. Method of determination of agro-resource condition of soils by ameliorative

scale of rice irrigation system : No. 2011112267/13 : filed. 30.03.2011 : published 20.11.2012 / E. V. Kuznetsov, A. E. Khadzhidi, I. A. Prikhodko ; applicant Federal State Educational Institution of Higher Professional Education 'Kuban State Agrarian University'.

12. Prikhod'ko, I.A., Parfenov, A.V., Aleksandrov, D.A. (2021). Ehkologo-meliorativnye aspekty ratsional'nogo prirodopol'zovaniya v risovodstve Kubani [Ecological and meliorative aspects of rational nature management in the Kuban rice growing], Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 90-letiyu FGBOU VO Chuvashskii GAU «Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya intellektual'nogo potentsiala sel'skogo khozyaistva regionov Rossii» (Cheboksary, 22.10.2021) [Materials of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the Chuvash State Agrarian University «Scientific and educational environment as the basis for the development of the intellectual potential of agriculture in the regions of Russia», (Cheboksary, October, 22, 2021)] Chuvash SAU, 2021, pp. 150-152.

13. Vladimirova, S. A., Kolesnichenko, V. V., Voitenko, D. A., Aleksandrov, D. A. (2021) Resursosberegayushchie i prirodookhrannye tekhnologii dlya reshenie ehkologicheskikh problem na Kubani [Resource-saving and environmental technologies for solving environmental problems in the Kuban]. № 73-3. – pp. 112-115. – DOI 10.18411/lj-05-2021-113.

14. Prikhod'ko, I.A. Bandurin, M.A., Stepanov, V. I. (2021). Zadacha vybora ratsional'nykh tekhnologicheskikh operatsii pri vozdeleyvanii risa [The task of choosing rational technological operations in rice cultivation]. International Agricultural Journal, vol. 64, no. 5. – doi: 10.24411/2588–0209–2021–10359

15. Safronova, T. Probabilistic assessment of the role of the soil degradation main factors in Kuban rice fields / T. Safronova, S. Vladimirov, I. Prikhodko // E3S Web of Conferences : 13th International Scientific and Practical Conference on State and Prospects for the Development of Agribusiness, INTERAGROMASH 2020, Rostov-on-Don, 26–28 февраля 2020 года. – EDP Sciences: EDP Sciences, 2020. – P. 09011. – DOI 10.1051/e3sconf/202017509011.

16. Verbitsky, A. Yu. Assessment of rational use of water resources on the example of the Ahips River / A. Yu. Verbitsky, I. A. Prikhodko, N. N.Mamas // Ecology of river landscapes: Collection of articles on the materials of the IV International Scientific Ecological Conference, Krasnodar, 03 December 2019. - Krasnodar: I.T. Trubilin Kuban State Agrarian University, 2020. - С. 12-18.

© Приходько И.А., Бандурин М.А., Молчанова Г.А., 2025. *International agricultural journal*, 2025, №4, 1012-1030.

Для цитирования: Приходько И.А., Бандурин М.А., Молчанова Г.А. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РИСА НА РИСОВЫХ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ В УСЛОВИЯХ ДЕФИЦИТА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ И ТЕХНОГЕННЫХ УГРОЗ //International agricultural journal. 2025. №4, 1012-1030.