

СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗА В ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ РИСОВЫХ ПОЛЕЙ В УСЛОВИЯХ КУБАНИ

О.А. Гуторова, к.б.н., ВНИИ риса, А.Х. Шеуджен, чл.-корр. РАН, Кубанский ГАУ

Приведены результаты исследований по содержанию соединений железа в лугово-черноземной почве рисовых полей Кубани. Установлено, что подвижность кислоторастворимых форм соединений железа в рисовой почве зависит от окислительно-восстановительных процессов. В хорошо аэрируемых и карбонатных почвах (богара) создаются условия для снижения содержания подвижного железа до значений недостаточных для питания растений этим элементом. Содержание аморфного железа в рисовой почве возрастает в 2 раза по сравнению с богарой. Больше всего его в почве бессменного посева риса, в полях рисового севооборота – при возделывании этой культуры в течении 2-3 лет подряд.

Ключевые слова: рис, лугово-черноземная почва, богара, севооборот, двух- и трехвалентное подвижное железо, аморфное железо.

В почвах рисовых полей в зависимости от окислительно-восстановительного (ОВ) режима трансформация соединений железа из одних форм в другие происходит очень быстро. Содержание и соотношение разных форм соединений железа играют важную роль в процессе почвообразования и определяют целый ряд морфологических, физических и физико-химических свойств почвы [2, 9-11]. Процессы окисления и восстановления в рисовых почвах сопровождаются глубокими изменениями качественного состава и свойств многих химических соединений, в частности фосфатов железа и металлорганических комплексов [4]. С появлением аморфных форм железа в почвах связывают пептизацию глинистой части, разрушение структуры, ухудшение фосфатного режима и т.д. [5]. В связи с вышеизложенным изучение содержания соединений железа в рисовых почвах имеет особое значение, поскольку трансформация и соотношение различных его форм определяют направленность почвообразовательных процессов, развивающихся в условиях чередующегося ОВ-режима.

Цель исследования – изучить содержание разных форм соединений железа в лугово-черноземной почве рисовых полей Кубани.

Методика. Исследования проводили в ФГУ ЭСП «Красное» (п. Рисоопытный) Красноармейского района Краснодарского края. Объект исследования – лугово-черноземная почва рисовых полей. Почвенно-климатические условия района проведения исследования были опубликованы ранее [3]. Название почвы дано в соответствии с региональной классификацией и классификационной системой России [1, 13].

В пределах рисовой оросительной системы (РОС) были заложены почвенные разрезы: на участке бессменного посева риса с 1937 г. (разрез 3) и по разным предшественникам рисового севооборота – рис по рису 2 года (разрез 1); рис по рису 3 года (разрез 2); оборот пласта многолетних трав (разрез 4); рис 1-й год после оборота пласта многолетних трав (разрез 10). Фоном сравнения послужила почва богары (разрез 11), расположенная на РОС и предназначенная для выращивания сельскохозяйственных культур без полива.

Образцы исследуемой почвы отбирали по выделенным генетическим горизонтам профиля. В них определяли $pH_{вод}$ потенциометрическим методом; содержание двух- и трёхвалентного подвижного железа в 0,1 н. H_2SO_4 -вытяжке по Казариновой-Окниной в модификации Коптевой; содержание аморфного железа в оксалатной вытяжке по Тамму [7, 8].

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что наибольшее содержание подвижного железа

($FeO + Fe_2O_3$) выявлено в лугово-черноземной почве рисовых полей по сравнению с богарой, как результат периодичности (сезонности) окислительно-восстановительных процессов. В морфологии почв рисовых полей это проявляется в форме скоплений или новообразований, имеющих вид прожилок ржавчины, охристых стяжений и пятен как следствие окисления восстановленного железа.

В зависимости от предшествующей культуры рисового севооборота на фоне соответствующего ОВ-режима общее содержание подвижного железа в пахотном слое почвы варьирует от 173,1 до 385,2 мг/100 г, в составе которого присутствуют оксиды двухвалентного железа (FeO) – в среднем до 15,0 мг. Оксиды трехвалентного железа (Fe_2O_3) преобладают, их доля составляет 90-97 % от суммы. Вниз по почвенному профилю содержание подвижных форм железа уменьшается (рис. 1). При этом соотношение FeO/Fe_2O_3 , равное 0,03-0,13 в пахотном горизонте, с глубиной профиля сильно не изменяется (0,09-0,36).

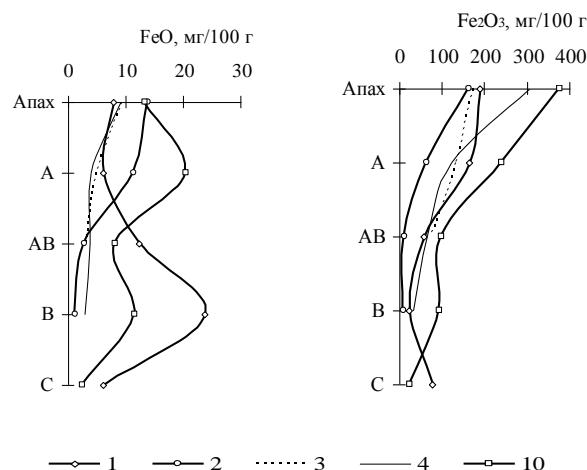


Рис. 1. Распределение содержания подвижных форм железа по профилю рисовой почвы: 1-4, 10 – номера почвенных разрезов

Исследуемые почвы обладают неодинаковым ОВ-режимом. Так, двухвалентные формы железа могут мигрировать по почвенному профилю и накапливаться в нижележащих слоях (рис. 1, разрезы 1, 10). Преимущественное их накопление происходит в переходном к материнской породе горизонте. Это сказывается на соотношении FeO/Fe_2O_3 , увеличивающемся от 0,04 в пахотном слое до 1,05 в горизонте В, что свидетельствует о развитии слабых восстановительных процессов. Такая дифференциация профиля на окисленную верхнюю и восстановленную нижнюю зоны объясняется несколькими причинами. Одна из которых связана с образованием водорастворимых железоорганических комплексов, которые могут свободно мигрировать в нейтральной и щелочной среде, характерной для исследуемой почвы (pH 5,77-7,44 в пахотном слое и 7,63-8,29 в горизонтах В и С). С другой стороны, миграция двухвалентного подвижного железа может протекать активно, где условия дренирования и фильтрационные свойства почв обеспечивают нисходящее движение влаги [5, 6, 9]. Такие процессы на рисовых почвах не желательны, так как обуславливают деградиационные изменения – потерю железа из пахотного слоя. Таким образом, в рисовой лугово-черноземной почве выражено развитие элювиально-иллювиального процесса.

Проведенные исследования показали, что поля севооборота и монокультура риса по содержанию подвижных форм соединений железа в почве сильно не различаются. В то же время наилучшие окислительно-восстановительные условия складывались после оборота пласта многолетних трав. Это подтверждается наиболее высоким содержанием подвижного железа, в составе которого доля FeO не превышала 3 %.

Участок богары, расположенный на повышенных элементах рельефа РОС, характеризуется наличием карбонатов кальция в пределах всего профиля, что подтверждается вскипанием от действия 10 %-ной HCl с поверхности и щелочной реакцией (pH 8,14-8,30). Такие условия значительно повлияли на подвижность железа в почвенном профиле (рис. 2). Содержание суммарного подвижного железа (FeO + Fe₂O₃) в пахотном слое богары снижено в 18 раз по сравнению с почвой под рисом. При этом в нижележащих горизонтах подвижные формы железа, извлекаемые 0,1 н. H₂SO₄-вытяжкой, не обнаружены. Это связано с присутствием в них карбонатов, которые оказывают коагулирующее действие на свободные ионы железа, тем самым уменьшая их подвижность. Следовательно, на хорошо аэрируемых и карбонатных почвах растения могут испытывать недостаток железа из-за низкого содержания его подвижных форм [10, 12].

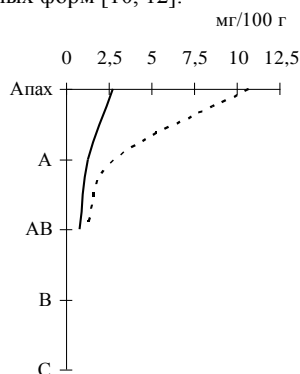


Рис. 2. Распределение содержания подвижных форм железа по профилю почвы богары: — FeO; ---- Fe₂O₃

Определение аморфных соединений железа по Тамму дает более яркую картину содержания железа в почве под рисом и на богаре (рис. 3). Исследования показали, что наибольшее содержание аморфного железа в пахотном слое почвы под рисом (0,88-1,22%), а наименьшее – богары (0,46 %).

Двукратное увеличение содержания аморфных соединений железа в почве под рисом обусловлено тем, что под действием затопления в период вегетации риса идет процесс «расщепления» минералов, что приводит к высвобождению оксидов железа и накоплению их в почве. Их образование связывают с развитием восстановительных процессов, они диагностируют повышенный гидроморфизм почвы.

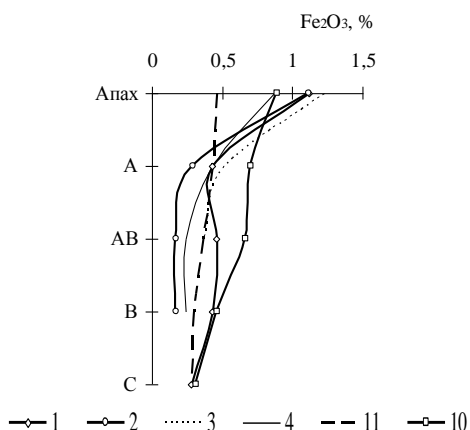


Рис. 3. Распределение содержания аморфного железа по профилю почвы: 1-4, 10, 11 – номера почвенных разрезов

В почве под рисом количество аморфного железа значительно возрастает по мере усиления антропогенной нагрузки. Больше всего его в пахотном слое бессменного посева риса – 1,22 %. В полях рисового севооборота значительное увеличение содержания аморфного железа отмечено при возделывании риса в течение 2-3 лет подряд (1,10-1,12 %). В наименьшем количестве аморфное железо образуется после оборота пласта многолетних трав (0,87 %) и первого года выращивания риса (0,88 %).

Исследования показали, что в пахотном горизонте богары аморфного железа в 1,5 раза больше, чем в почвообразующей породе. В почве под рисом это превышение существенней – в 3-6 раз. Причем содержание аморфных соединений железа в почвообразующей породе на богаре и в почве под рисом сильно не различается (0,28 и 0,33 % соответственно). Отсюда их содержание в почве зависит, главным образом, от антропогенных условий почвообразования и в меньшей степени наследуется от почвообразующей породы.

Выводы. 1. Распределение содержания по профилю лугово-черноземной почвы подвижных двух- и трехвалентных форм железа зависит от ОВ-условий. Для неё характерно развитие элювиально-иллювиального процесса.

2. Возделывание риса приводит к накоплению аморфного железа в пахотном слое почвы. Больше всего его содержится в почве бессменного посева риса, а в полях рисового севооборота – при возделывании этой культуры в течение 2-3 лет подряд.

3. В хорошо аэрируемых и карбонатных почвах (богары) создаются условия для снижения содержания подвижного железа – до значений, не покрывающих потребность растений в этом элементе.

Литература

1. Вальков В.Ф., Штомпель Ю.А., Тюльпанов В.И. Почвоведение (почвы Северного Кавказа). – Краснодар: Советская Кубань, 2002 – С. 441-443.
2. Гуторова О.А., Шеуджен А.Х., Марущак А.Н. Трансформация соединений железа в почве рисовых полей // Вісник аграрної науки. – 2013. – № 11. – С. 44-46.
3. Гуторова О.А., Шеуджен А.Х., Ладатко А.Г. Подвижность водорастворимого органического вещества почвы при возделывании риса // Доклады РАСХН. – 2012. – № 1. – С. 28-30.
4. Еришов Ю.И. Окислительно-восстановительные условия и содержание железа в почвах поймы Нижнего Амура // Глеевые процессы и физико-химические свойства почв юга Дальнего Востока. – Владивосток, 1980. – С. 23 – 36.
5. Николаева С.А., Майнашева Г.М. Экология черноземов в условиях рисосеяния // Мелиорация и водное хозяйство. – № 6. – 1990. – С. 6-9.
6. Николаева С.А., Майнашева Г.М. Влияние орошения методом затопления на свойства черноземов // Проблемы ирригации почв юга черноземной зоны. – М.: Наука, 1980. – С. 126-142.
7. Практикум по почвоведению / Под ред. И.С. Кауричева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 272 с.
8. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьевой. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
9. Шеуджен А.Х. Агрохимия и физиология питания риса. – Майкоп: Адыгея, 2005. – 1012 с.
10. Шеуджен А.Х., Бондарева Т.Н., Гуторова О.А., Галай Н.С., Лебедевский И.А., Осипов М.А. Содержание и состояние железа в черноземе выщелоченном Западного Предкавказья в условиях агрогенеза // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – № 107 (03). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/66.pdf>.
11. Шеуджен А.Х., Гуторова О.А. Содержание подвижных форм железа в почвах разного сельскохозяйственного использования // Мат. II Международной научной конференции «Современные исследования в естественных науках», Владивосток, 26-28 августа 2015 г. [Электронный ресурс] / Под ред. В.А. Семаль. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2015. – С. 253-256.
12. Шеуджен А.Х. Агрохимия чернозема. – Майкоп: Полиграф-Юг, 2015. – 232 с.
13. Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России / Под ред. акад. РАН Г.В. Добровольского. – Смоленск: Окуймена, 2004. – 342 с.

IRON CONTENT IN MEADOW-CHERNOZEMIC SOIL OF RICE PADDIES IN THE KUBAN REGION

O.A. Gutorova¹, A. Kh. Sheudzhen²,

¹*All-Russian Rice Research Institute, Belozerny 3, Krasnodar, 350921 Russia, E-mail: oksana.gutorova@mail.ru,*

²*Kuban State Agrarian University, ul. Kalinina 13, Krasnodar, 350044 Russia*

The content of iron compounds in the meadow-chernozemic soil of Kuban rice fields was studied. It was found that the mobility of acid-soluble iron compounds in the rice paddy soil depends on redox processes. In well-aerated and calcareous (rainfed) soils, conditions are created for reducing the content of mobile iron down to levels insufficient for plant nutrition with this element. The content of amorphous iron in the rice paddy soil is doubled compared to the rainfed soil. The highest content of the element is found in the soil under permanent rice in fields of rice crop rotation, at the cultivation of rice for 2–3 years in succession.

Keywords: rice meadow-chernozemic soil, rainfed soil, crop rotation, mobile di- and trivalent iron, amorphous iron.