



Агроекологія, радіологія, меліорація

УДК 633.18:631.42
© 2013

О.А. Гуторова,
кандидат
биологических наук

А.Х. Шеуджен,
член-корреспондент РАСХН
Всероссийский научно-
исследовательский
институт риса

А.Н. Маруцак,
кандидат сельско-
хозяйственных наук
Институт риса НААН

ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА В ПОЧВЕ РИСОВЫХ ПОЛЕЙ

Установлено, що вирощування рису призвело до збіднення орного шару на валове залізо порівняно з перелогом (4,65 порівняно з 5,20%). Тривале використання ґрунту під культуру рису сприяє посиленню гігоморфних ознак і перерозподілу валового заліза вниз по ґрунтовому профілю. Відбувається переважне накопичення окисної форми елемента у верхній частині профілю, уміст загального рухомого заліза під рисом удвічі більший, ніж в умовах перелогу. Доведено, що розвиток відновних процесів призводить до трансформації важкорозчинних сполук заліза Fe^{3+} у більш рухомі форми Fe^{2+} і сприяє збільшенню частки закисного заліза та зменшенню окисного.

Ключевые слова: почва, профиль, содержание железа, рис, залежь.

Железо — один из распространенных химических элементов в почве. Его накопление связано с выветриванием первичных минералов почвообразующих пород, а различие содержания железа в почве и породах обусловлено составом железосодержащих минералов [2]. Изменчивость соединений железа в зависимости от условий почвообразования, их роль в жизнедеятельности растений и микроорганизмов определяют повышенный интерес к железу как диагностическому показателю, характеризующему многие почвенные процессы.

Для железа характерно неравномерное распределение в почвенных горизонтах. Это проявляется в форме скоплений или новообразований, имеющих форму выцветов, примазок, точек, различного рода конкреций. Свободные окислы железа встречаются в виде конкреций, иллювиальных отложений в горизонтах В или равномерно распределены в пахотных почвах. По мнению Т.А. Зубковой и Л.О. Карпачевского [3], это связано с их высокой поглощательной способностью. Накопление гидроокиси железа приводит к ожелезнению почвенного про-

филя и придает ему разные оттенки бурого цвета. Процессы окисления и восстановления железа сопровождаются изменениями качественного состава и свойств ряда соединений почвы, в частности фосфатов железа и металлорганических комплексов [1].

Генезис рисовых почв связан с трансформацией соединений железа и их перемещением в почвенном профиле. Многочисленные исследования показывают значимую роль окислительно-восстановительных процессов в превращениях соединений железа в почве рисовых полей. При этом преимущественное значение имеют ионные формы Fe^{3+} и Fe^{2+} , поскольку они в большей степени подвержены химическим превращениям. Почвы под рисом по своим физическим, физико-химическим и химическим свойствам (щелочная реакция среды, повышенная подвижность гумуса и содержание подвижных форм фосфора, марганца и угольной кислоты, наличие свободного $CaCO_3$) способствуют образованию дефицита доступного растениям железа. Поглощение железа растениями осуществляется метаболическим путем из почвенного раствора, хотя оно может

также адсорбироваться твердой фазой почвы в виде Fe^{3+} и Fe^{2+} и в форме хелатов [4, 5].

Цель исследований — изучить процессы трансформации соединений железа в почве рисовых полей Кубани, морфологическое строение почвенных профилей, профильное распределение соединений железа в почве. Объекты исследований — аллювиально-луговая и лугово-черноземная почвы.

Методика исследований. Для решения поставленной цели и задач на территории землепользования Красноармейского района Краснодарского края были заложены почвенные разрезы в условиях бесменного посева риса с 1937 г. без внесения удобрений и залежи, не используемые в рисовом севообороте.

Результаты исследований. Почвообразующей породой аллювиально-луговой почвы являлись карбонатные аллювиальные отложения. Они характеризовались грязно-палеовой окраской, наличием карбонатных конкреций и неоднородностью по гранулометрическому составу. Горизонт С рисовой почвы — среднесуглинистый, залежи соответственно — тяжело-суглинистые.

В условиях бесменного посева риса морфологическое изучение профиля показало наличие в пахотном горизонте оксида железа в форме ржаво-бурых пятен и конкреций полуторных оксидов в горизонте AB_1 .

Граница вскипания от 10% HCl на рисовом участке была ниже на 20 см, чем на залежи (70 см от поверхности), что соответствовало снижению глубины залегания карбонатов.

При залегании почвенно-грунтовых вод со 140 см морфологические признаки оглеения нижних горизонтов обоих разрезов слабо выражены.

Признаки гидроморфизма в виде черных потеков от сульфидов вдоль живых и отмерших корневищ тростника были обнаружены в почвенном профиле залежи. На кратковременное переувлажнение этого участка указывало произрастание влаголюбивой сорной растительности — осота, тростника, камыша.

Данные по содержанию и распределению в профиле кислотнорастворимого подвижного железа подтверждают преимущественное накопление окисной формы в верхней части профиля (92–94% от суммарного содержания $Fe^{2+}+Fe^{3+}$). При этом в верхнем горизонте рисовой почвы содержание общего подвижного железа в 1,5–2 раза больше, чем в условиях залежи. С увеличением глубины профиля

как рисовой почвы, так и залежи наблюдалось уменьшение содержания окисного железа. В условиях бесменного посева риса содержание по профилю трехвалентного железа варьировало от 200 мг в пахотном горизонте до 29 мг/100 г в почвообразующей породе. В условиях залежи — от 155 до 4 мг/100 г соответственно.

Наибольшее накопление закисного железа наблюдалось в верхних гумусных горизонтах. При этом в условиях бесменного возделывания риса двухвалентная форма железа преобладала в верхнем слое 0–37 см, а вниз по почвенному профилю заметно снижалась. На участке залежи аккумуляция закисного железа отмечена в верхних горизонтах и на глубине 51–71 см, где сосредоточена основная масса растительных остатков и корневищ тростника.

Бесменное возделывание риса привело к обеднению пахотного слоя: в почве уменьшилось содержание валового железа по сравнению с участком залежи (4,65 против 5,20%). При этом вниз по почвенному профилю общее содержание железа постепенно увеличивалось с 4,5 до 5,0%, достигая максимального значения в горизонте С.

В условиях залежи, напротив, валовое содержание железа в верхнем горизонте составило 5,2%, а вниз по профилю в горизонтах AB_2 , В и С снизилось до 4,7%.

Таким образом, длительное использование почвы под культуру риса привело к усилению гидроморфных признаков и перераспределению валового железа вниз по почвенному профилю. При этом признаки гидроморфизма достаточно сильно выражены на участке залежи, не используемой под посевы риса. Об этом свидетельствуют данные по содержанию подвижного железа и морфологическое описание почвенного профиля. В обоих почвенных разрезах наблюдалось повышенное содержание подвижного железа преимущественно в окисной форме.

В почвах рисовых полей роль железа не ограничивается только его участием в почвообразовательных процессах. Железо является одним из значимых элементов минерального питания. В затопленной почве под рисом возникает недостаток кислорода, приводящий к реакциям восстановления железа. Биологическая деятельность микроорганизмов также способствует мобилизации труднодоступного ранее железа в результате восстановления Fe^{3+} до Fe^{2+} . Еще в большей степени окислитель-

но-восстановительное состояние почвы отражается на соотношении количеств окисного и закисного железа [4, 5].

Развитие восстановительных процессов приводит к трансформации труднорастворимых соединений железа Fe^{3+} в более подвижные формы Fe^{2+} . В почве под рисом количество закисного железа постепенно возрастало. Интенсивность его накопления увеличивалась по мере нарастания напряженности восстановительных процессов в почве.

В проведенном полевом опыте на лугово-черноземной почве было установлено, что до посева риса суммарное содержание железа в пахотном слое 0–10 см составляло 163,3 мг/кг, в 10–20 см — 155,1 мг/кг. К фазе всходов количество Fe^{2+} в почве почти не изменялось, но уже к кущению риса оно повысилось, достигая максимума в фазе выметывания растений. После уборки урожая содержание Fe^{2+} в почве становится меньшим, но существенно больше, чем было весной перед посевом риса. Такая динамика содержания подвижного закисного железа в почве под рисом характерна для верхнего слоя 0–10 см и следующего за ним слоя

10–20 см. Различия состоят в интенсивности высвобождения связанного железа. В верхнем слое почвы до фазы кущения риса наблюдалось плавное увеличение содержания подвижных форм, затем оно резко повышалось к выметыванию растений и также резко снижалось после сброса воды. В слое почвы 10–20 см в период от посевов до фазы всходов риса количество подвижного железа почти не изменилось или же наблюдалось незначительное уменьшение, затем к выметыванию растений резко возрастало, а после сброса воды уменьшалось менее значительно, чем в верхнем слое.

Следует отметить, что наибольшее содержание закисного железа в период вегетации риса было в слое 10–20 см, что прежде всего определяется окислительно-восстановительными условиями.

Динамика содержания Fe^{3+} не сильно подвержена колебаниям, и значения сохраняются на уровне 88–121 мг/кг в слое 0–10 см и 87–92 мг/кг слое 10–20 см в период от всходов до уборки риса. После затопления поля по мере нарастания восстановительных процессов количество окисного железа снижалось.

Выводы

Распределение железа по профилю — это результат современных процессов, определяемых почвенно-геохимическими и антропогенными факторами. Почвенный профиль беспахотного посева риса характеризуется постепенным снижением Fe^{2+} и Fe^{3+} вниз по почвенному профилю соответственно с 12,0 до 2,3 мг/100 г и с 200 до 29,3 мг/100 г. В условиях залежи, расположенной на рисовой системе, но не используемой под посевы риса, двухвалентное железо характеризуется неравномерным содержанием в почвенном профиле. Содержание закисного железа снижается в горизонте АВ₁ с 11,5 до 4,2 мг, затем увеличивается в гори-

зонте АВ₂ до 7,5 мг и резко уменьшается в горизонте С до 0,5 мг/100 г. Содержание Fe^{3+} постепенно уменьшается вниз по профилю с 155,0 до 4,0 мг/100 г. Неравномерное распределение в профиле Fe^{2+} связано с периодами кратковременного переувлажнения участка залежи, что способствует передвижению и аккумуляции железа в нижние горизонты.

Длительное использование почвы под культуру риса привело к усилению гидроморфных признаков и перераспределению валового железа вниз по почвенному профилю. Общее содержание железа в профилях под рисом — 4,6–5,1%, под залежью — 5,2–4,6%.

Библиографія

1. Ершов Ю.И. Окислительно-восстановительные условия и содержание железа в почвах поймы Нижнего Амура/Ю.И. Ершов//Глеевые процессы и физико-химические свойства почв юга Дальнего Востока. — Владивосток, 1980. — С. 23–36.
2. Зонн С.В. Железо в почвах/С.В. Зонн. — М.: Наука, 1982. — 207 с.
3. Зубкова Т.А. Матричная организация почв/Т.А. Зубкова, Л.О. Карпачевский. — М.: Русаки,

2001. — 296 с.

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

5. Шеуджен А.Х. Агробиология и физиология питания риса/А.Х. Шеуджен. — Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2005. — 1012 с.

Поступила 16.10.2013.