

20. Martin, J.P. Comparison of the use of phenolase and peroxidase for the synthesis of model humic acid type polymers / J.P. Martin, K.A. Haider // Soil Sci. Soc. Amer. J. – 1980. – Vol. 44, № 5. – P. 983–988.

21. Kirk, T.K. Enzymatic “combustion”: the microbial degradation of lignin / T.K. Kirk, R.L. Ferrell // Annu. Rev. Microbiol. – 1987. – V. 41. – P. 465–505.

22. Туев, Н.А. Микробиологические процессы гумусообразования / Н.А. Туев. – Москва: Агропромиздат. – 1989. – 237 с.

23. Ацци, Ж. Сельскохозяйственная экология / Ж. Ацци. – М., 1959. – 479 с.

EFFECT OF FERTILIZER SYSTEM ON ENZYMATIC ACTIVITY OF LUVISOL LOAMY SAND SOIL

**V.V. Lapa, N.A. Mikhailouskaya, M.M. Lomonos,
M.S. Lopukh, O.V. Vasilevskaya, T.V. Poghirnitskaya**

Summary

Basing on the data of enzymatic tests, activity of soil organic substances mineralization (hydrolytic enzymes) as well as agrochemical properties and crop productivity we found that split application of N_{54} and N_{72} at backgrounds of $P_{60}K_{132}$ were environmentally acceptable on Luvisol loamy sand soil.

Поступила 1 ноября 2012 г.

УДК 633.18:631.452

ДИНАМИКА АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РИСА

О.А. Гуторова, А.Х. Шеуджен

*Всероссийский научно-исследовательский институт риса,
г. Краснодар, Российская Федерация*

ВВЕДЕНИЕ

Специфические условия возделывания риса обуславливают многие особенности пищевого и гумусового режима почв, вызванные тем, что после затопления исчезает свободный кислород и в них преобладают сильно выраженные восстановительные процессы. Это сказывается на условиях питания растений и приводит к большой подвижности гумуса. Практически полностью исчезают из корнеобитаемого слоя почвы такие важные источники минерального питания растений, как нитраты и сульфаты. Затопление рисового поля сопровождается понижением в почве окислительно-восстановительного потенциала, увеличением активности водородных ионов, накоплением закисных форм железа и восстановленных продуктов, повышением степени дисперсности почвы, мобилизацией минеральных элементов питания [1–4].

Преобладание в почве анаэробных процессов приводит к уменьшению количества гумуса в связи с возрастанием его подвижности, изменению качествен-

ного состава гумуса, образованию водорастворимых органических соединений и их миграции в составе оросительных вод [4–5]. Снижение содержания гумуса обусловлено многими причинами. В первую очередь, это связано с сокращением поступления в почву растительных остатков, поскольку значительная часть органического вещества в анаэробных условиях используется микроорганизмами как энергетический материал, а также с выносом водорастворимых органических соединений, образующихся в условиях восстановительного режима, вниз по профилю, с последующим закреплением их в нижних горизонтах почвы [6].

Целью представленной работы являлось изучение пищевого и гумусового режимов почвы при возделывании риса.

МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на стационарном участке бессменного посева риса (с 1937 г.) в ЭСП «Красное» Красноармейского района Краснодарского края. Схема опыта следующая:

I. Без удобрений (контроль);

II. $N_{180}P_{120}K_{60}$;

III. Сидераты;

IV. Сидераты + $N_{150}P_{90}K_{60}$.

В качестве зеленого удобрения использовали надземную растительную массу озимой пшеницы в фазу начала выхода в трубку, азотного – мочевины, фосфорного – суперфосфат двойной гранулированный, калийного – 40 % калийную соль.

Почвенные образцы отбирали по фазам вегетации риса, в которых определяли: рН – потенциометрическим методом, сумму восстановленных продуктов – по Старжис-Неунылову в модификации Бутова, обменный аммоний – феноловым методом в модификации Кудеярова, подвижный фосфор и калий – по Чирикову. Содержание водорастворимых органических веществ оценивали по перманганатной (по Кубелю-Тиману) и бихроматной (по Тюрину) окисляемости водных вытяжек при равном 1:5 соотношении почва:вода.

Объект исследования – рисовая аллювиальная луговая слабовыщелоченная слабогумусная мощная тяжелосуглинистая почва, сформированная на аллювиальных средних суглинках под лугово-степной растительностью. Стационарный участок бессменного посева риса характеризуется невысоким почвенным плодородием. Физико-химические показатели пахотного горизонта следующие: содержание гумуса – 2,88 %, физической глины и ила – 54,0 и 28,9 % соответственно от абсолютно сухой почвы, запасы гумуса – 95,6 т/га, pH_{H_2O} – 6,55 ед., сумма поглощенных оснований – 28,06 мг–экв/100 г [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследования показали, что после затопления почвы наблюдалось развитие восстановительных процессов. Об этом свидетельствовало изменение реакции почвенного раствора в сторону увеличения на 0,7 ед. и суммы восстановленных продуктов на 70 %. Причем с увеличением глубины пахотного слоя восстановительные процессы снижались.

Сумма восстановленных продуктов не является величиной постоянной, и с продолжительностью периода вегетации их содержание в почве постепенно повыша-

лось. Максимальное накопление наблюдалось в фазу трубкования растений, при этом их содержание в слое 0–10 см составило 101–124 мг $O_2/100$ г, а уже в слое 10–20 см не превышало 22–30 мг $O_2/100$ г в зависимости от варианта.

Немаловажное значение для культуры риса имеет реакция почвенного раствора. Рис более чувствителен к отклонению pH в сторону щелочности, чем кислотности почвы, поскольку при затоплении активная кислотность снижается [1–2]. Как показали исследования, затопление рисового чека не привело к сильному подщелачиванию почвы. В течение всего вегетационного периода реакция почвенной среды сильно не изменялась. В зависимости от варианта опыта pH составило от 6,46–6,66 в фазу всходов до 6,30–6,36 ед. в фазу выметывание-цветение риса. После сброса воды с чека в связи с развитием окислительных процессов наблюдалось уменьшение суммы восстановленных продуктов в 2 раза, особенно в слое 0–10 см, и значений pH на 1,48 ед.

Пополнение почвы свежим органическим веществом привело к более интенсивному развитию восстановительных процессов. Заделка в почву зеленой массы озимой пшеницы и совместное ее сочетание с минеральным удобрением увеличивало содержание восстановленных продуктов в среднем на 16 % и несколько уменьшало значения pH по сравнению с другими вариантами, где органические удобрения не вносились.

Своеобразный окислительно-восстановительный режим рисового поля отражается на динамике содержания в почве элементов минерального питания растений. Исследования показали, что содержание доступных для растений риса питательных элементов было значительно больше в верхнем корнеобитаемом слое почвы 0–10 см, где наиболее интенсивно протекают восстановительные микробиологические процессы (рис. 1–3).

После затопления почвы аммонийный азот является основной формой азотного питания риса. Исследования показали, что в период вегетации наибольшее содержание обменного аммония наблюдалось в фазу всходов и постепенно снижалось до фазы трубкования (рис. 1). В цветение риса количество аммонийной формы азота увеличивалось в основном в слое 0–10 см, так как в этот период корневая система теряет свою окислительную способность [2].

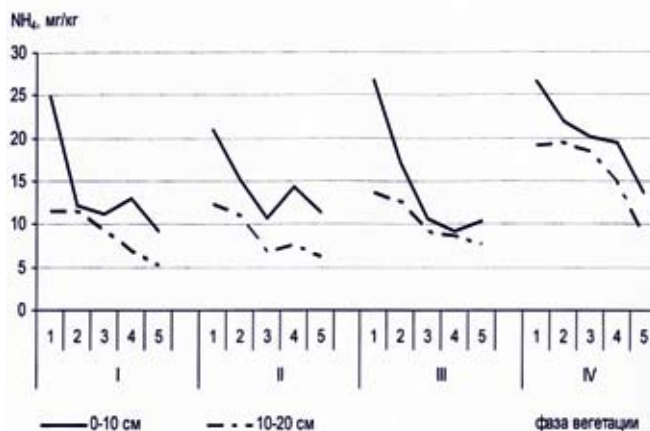


Рис. 1. Динамика содержания обменного аммония в почве: 1 – всходы, 2 – кущение, 3 – трубкование, 4 – выметывание-цветение, 5 – полная спелость; I, II, III, IV – варианты опыта.

2. Плодородие почв и применение удобрений

Динамика содержания подвижного фосфора имеет свои особенности, зависящие от специфических условий, создающихся в затопленной почве, от потребления его растениями (рис. 2). Результаты исследования показали, что на фоне общего увеличения фосфора отмечалось его уменьшение в фазу трубкования, особенно в слое 0–10 см. Известно, что в период кущения риса происходит формирование корневой системы и поглощение фосфора растениями идет достаточно активно [2–3].

При сбросе воды с рисового поля почвенные процессы смещаются в сторону окисления, вследствие чего содержание в почве аммонийного азота и подвижного фосфора уменьшилось (рис. 1–2).

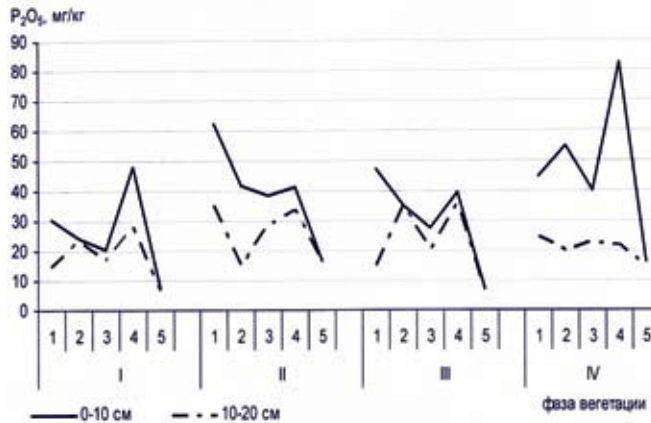


Рис. 2. Динамика содержания подвижного фосфора в почве

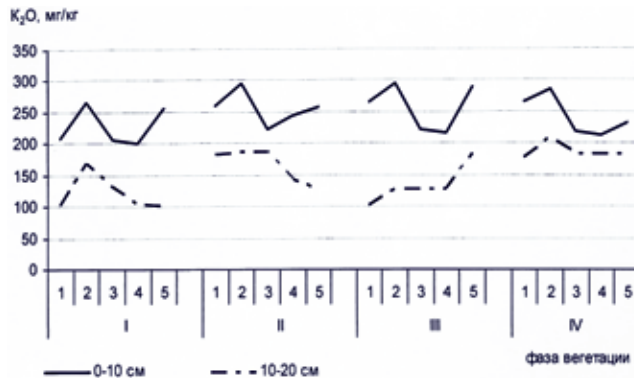


Рис. 3. Динамика содержания подвижного калия в почве

Динамика содержания подвижного калия в почве зависела как от внесения удобрений, так и от поглощения его рисом. Наибольшее его содержание отмечено в период кущения. К концу вегетации риса количество подвижного калия в почве увеличивалось, так как его потребление растениями почти полностью прекращается (рис. 3).

Наиболее благоприятный азотный режим почвы в течение всего вегетационного периода был отмечен на вариантах с заделкой зеленой массы озимой пшеницы и совместным ее использованием с N₁₅₀P₉₀K₆₀. Содержание обменного аммония было выше на 13 и 36 % соответственно, чем на других вариантах опыта.

Фосфатный и калийный режимы почвы лучше складывались на вариантах с внесением минеральных удобрений, сидератов и совместного их применения по отношению к контролю. В среднем содержание подвижного фосфора в почве на этих вариантах было выше на 33, 18 и 35 %, а подвижного калия – на 17, 11 и 19 % соответственно.

Восстановительные процессы, создающиеся при затоплении рисового поля, оказывают большое влияние на интенсивность и направленность микробиологических процессов разложения органического материала и определяют образование водорастворимых органических веществ (ВОВ) – продуктов разложения растительных остатков и органических удобрений.

Исследования показали, что с изменением окислительно-восстановительных условий связана подвижность легко- и трудноокисляемых ВОВ в пахотном слое почвы (рис. 4–5). Наибольшее содержание легкоокисляемых ВОВ отмечено в фазы кущение и трубкование, а наименьшее – в выметывание-цветение риса. К полной спелости зерна их содержание повышалось за счет корневых выделений органических компонентов в почвенный раствор [8]. По динамике трудноокисляемых ВОВ отмечено увеличение их содержания в фазы трубкования и выметывания-цветения риса и уменьшение – в фазу всходов.

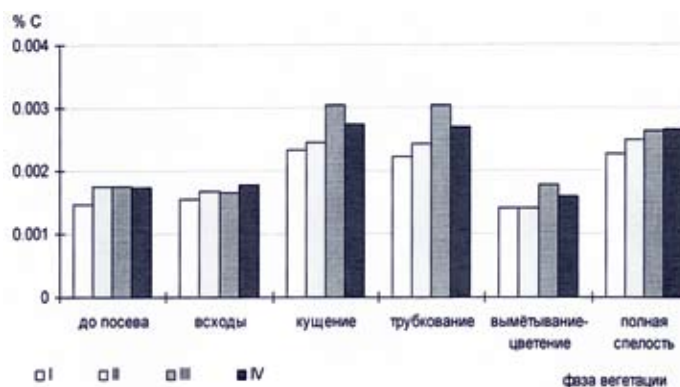


Рис. 4. Динамика содержания легкоокисляемых водорастворимых органических веществ в почве (0–20 см)

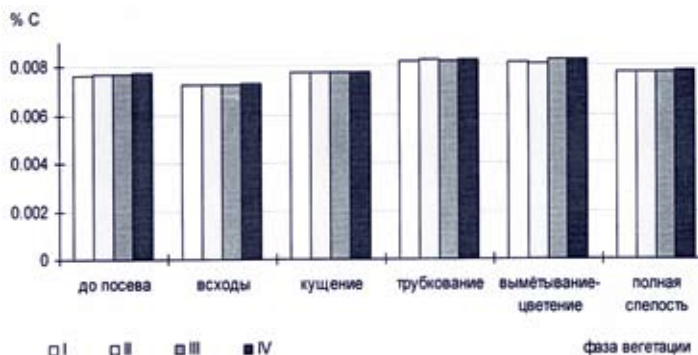


Рис. 5. Динамика содержания трудноокисляемых водорастворимых органических веществ в почве (0–20 см)

В ранее опубликованной работе было показано [9], что легкоокисляемые ВОВ, в отличие от трудноокисляемых, характеризуются наибольшей динамичностью, им принадлежит важная роль в формировании агрохимических свойств и режимов почвы. Результаты исследований показали, что содержание легкоокисляемых ВОВ в почве зависело от внесения удобрений (рис. 4).

На рисунке 4 показано, что внесение сидератов как в сочетании с минеральными удобрениями, так и без них способствовало увеличению содержания легкоокисляемых ВОВ в почве. В среднем за вегетацию риса их содержание в почве увеличилось на 15–19 % по сравнению с контролем. Внесение минеральных удобрений способствовало повышению этого показателя, однако сильных различий по сравнению с контролем не наблюдалось.

Проведенными исследованиями не было установлено влияние удобрений на количественные изменения трудноокисляемых ВОВ в почве (рис. 5). Они слабее вовлекаются в процессы минерализации, и поэтому их содержание в почве на 73 % больше, чем легкоокисляемых ВОВ.

Агрономическая роль содержания в почве легкоокисляемых ВОВ весьма очевидна, однако нельзя недооценивать роль трудноокисляемых ВОВ в почвенной системе. С ними связана устойчивость почвы к различным антропогенным факторам, а также буферность, потенциальные запасы элементов питания, емкость поглощения, водно-физические характеристики. Они в малой степени участвуют в питании растений, но создают для них благоприятные условия [5, 9].

ВЫВОДЫ

1. Специфика возделывания риса, обусловленная созданием слоя воды на поверхности почвы, способствовала развитию восстановительных процессов, повышению подвижности элементов минерального питания и водорастворимых органических веществ.

2. В фазах кущения и трубкования риса отмечалось увеличение содержания легко- и трудноокисляемых ВОВ, что благоприятно влияло на доступность питательных элементов растениям в почве.

3. Заделка озимой пшеницы как источника органических веществ увеличивала восстановительные свойства почвы, содержание элементов питания и легкоокисляемых ВОВ. Внесение сидератов как совместно с минеральными удобрениями, так и без них способствовало повышению содержания в почве суммы восстановленных продуктов на 16 %, обменного аммония – на 13–36 %, подвижного фосфора – на 18–35 %, подвижного калия – на 11–19 % и легкоокисляемых ВОВ – на 15–19 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шеуджен, А.Х. Питание и удобрение зерновых культур. Рис / А.Х. Шеуджен. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – 24 с.

2. Шеуджен, А.Х. Агрохимия и физиология питания риса / А.Х. Шеуджен. – Майкоп: Адыгея, 2005. – 1012 с.

3. Николаева, С.А. Динамика питательных элементов в черноземных почвах, используемых под культуру риса / С.А. Николаева, Г.М. Майнашева // Химия почв рисовых полей. – М.: Наука, 1976. – С. 75–89.

4. Кауричев, И.С. Окислительно-восстановительные процессы и их роль в генезисе и плодородии почв / И.С. Кауричев, Д.С. Орлов. – М.: Колос, 1982. – 247 с.

5. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах / В.И. Кирюшин [и др.]. – М.: МСХА, 1993. – 99 с.

6. Гуторова, О.А. Влияние возделывания риса на содержание органического вещества в почве / О.А. Гуторова, А.Х. Шеуджен // Проблемы агрохимии и экологии. – 2012. – № 1. – С. 22–24.

7. Гуторова, О.А. Подвижность водорастворимого органического вещества аллювиальной луговой почвы древней дельты р. Кубань: автореф. дис. ...канд. биол. наук / О.А. Гуторова. – Ростов-на-Дону, 2006. – 24 с.

8. Гуторова, О.А. Подвижность водорастворимого органического вещества почвы при возделывании риса / О.А. Гуторова, А.Х. Шеуджен, А.Г. Ладатко // Доклады Россельхозакадемии. – 2012. – №1. – С. 28–30.

9. Dynamics of dissolved organic carbon and methane emissions in a flooded rice soil / Lu Yahai [et al.] // Soil Sci. Soc. Amer. J. – 2000. – 64. – № 6. – P. 2011–2017.

DYNAMICS OF SOIL PROCESSES DURING RICE CULTIVATION

O.A. Gutorova, A.Kh. Sheudzhen

Summary

At stationary lot of rice self-perpetuating cultivation (since 1937) during plants vegetation stage changes of soil environment reactions, of sums of reduced materials, of mobility of fertilizers elements and water-soluble organic substances were observed. It was discovered that application of mineral and green fertilizers and their joint use conduced development of reducing process and influenced positively on nutrient and humus soil status.

Поступила 2 июля 2012 г.

УДК 633.2/.3:631.8:631.559:631.445.24

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ УДОБРЕНИЯ НА НАКОПЛЕНИЕ КОРНЕВЫХ И ПОЖНИВНЫХ ОСТАТКОВ МНОГОЛЕТНИМИ ТРАВΟΣМЕСЯМИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ РЫХЛОСУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

В.И. Сороко, Г.В. Пироговская

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Травосеяние является элементом экологического земледелия, так как способствует стабилизации гумусного состояния почв. Известно, что увеличение в структуре севооборотов доли многолетних трав позволяет повысить почвенное плодородие и продуктивность сельскохозяйственных культур [1, 2].