

**ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЫ  
РИСОВОГО АГРОЦЕНОЗА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ**

**А.Х. Шеуджен<sup>1,2</sup>, ак. РАН, д.б.н., О.А. Гуторова<sup>1</sup>, д.с.-х.н., Х.Д. Хурум<sup>1</sup>, д.с.-х.н., Ю.Н. Ашинов<sup>3</sup>, д.б.н.**

<sup>1</sup>Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,

350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

e-mail: ashad.sheudzhen@mail.ru

<sup>2</sup>Федеральный научный центр риса, 350921, Россия, г. Краснодар, п. Белозерный, 3

<sup>3</sup>Майкопский государственный технологический университет, 385000, Россия, Республика Адыгея,

г. Майкоп, ул. Первомайская, 191

**Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда  
в рамках научного проекта № МФИ – 20.1/48**

Рассмотрено влияние минеральных и органических удобрений на агрофизическое и гумусное состояние лугово-черноземной почвы рисового агроценоза в условиях Кубани. Применение в качестве органического удобрения навозной жижи с осени из расчета 30 т/га, модифицированной ингибитором нитрификации Entec FL DMPP способствует снижению плотности почвы на 4,4 %, повышению общей пористости на 1,2 %, улучшению состава гумуса ( $C_{\text{гк}}: C_{\text{фк}}=2,05$ ), обогащению гумуса азотом при отношении С: N, равном 8,0.

**Ключевые слова:** рис, лугово-черноземная почва, минеральные удобрения, навозная жижа, ингибитор нитрификации, плотность почвы, общая пористость, гумус, групповой состав гумуса.

Для цитирования: Шеуджен А.Х., Гуторова О.А., Хурум Х.Д., Ашинов Ю.Н. Изменение свойств лугово-черноземной почвы рисового агроценоза при применении удобрений// Плодородие. – 2023. - №2. – С. 80-82.  
DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.18.

Технология возделывания риса обуславливает специфический водно-воздушный режим рисового поля, который приводит к изменению окислительно-восстановительных условий в почве. Многочисленные исследования показывают, что формирование плодородия почв, их продуктивность и уровень урожая культуры риса неразрывно связаны с содержанием в почве органического вещества [4, 5, 7, 11, 13]. Господствующие восстановительные процессы в период затопления почвы сопровождаются интенсивным его разрушением. И если в почве мало свежих растительных остатков или не вносятся органические удобрения, то эти процессы сопровождаются минерализацией гумуса [4, 5]. Потери гумуса, безусловно, связаны и с миграцией водорастворимых органических веществ по профилю почвы. За вегетационный период риса из почвы с фильтрационными и сбросными водами может теряться от 17,8 до 40,0 кг/га водорастворимых органических соединений в пересчете на углерод [12]. Одновременно происходит вынос илистых частиц, снижается емкость поглощения, медленно нейтрализуются продукты восстановления, ухудшается питательный режим, увеличивается плотность сложения, что обуславливает проявление изменений деградационного характера [2, 3, 5, 7, 14].

**Цель работы** - изучить агрофизическое и гумусное состояние лугово-черноземной почвы рисового агроценоза при применении удобрений.

**Методика.** Полевой опыт проводили на рисовой оросительной системе в Красноармейском районе Краснодарского края. Почва опытного участка – лугово-черноземная глинистая. На всех делянках опыта перед посевом риса вносили минеральные удобрения (за исключением контроля). В качестве удобрений исполь-

зовали аммофос, карбамид и хлористый калий. Фосфорные и калийные удобрения были внесены всей дозой, азотные – перед посевом риса и в подкормки [8]. В качестве органического удобрения применяли навозную жижу из расчета 30 т/га, которую вносили осенью и весной. Содержание азота в ней 0,26-0,39 %, фосфора – 0,03-0,10, калия – 0,36-0,58 %. В день внесения навозную жижу заделывали в почву тяжелыми дисками на глубину 8-10 см.

Ингибитор нитрификации Entec FL, содержащий аммонийный азот DMPP (3,4-диметилпиразолфосфат), который замедляет процесс нитрификации и стабилизирует аммонийную форму азота в почве, добавляли в емкость с навозной жижей.

Схема полевого опыта включала варианты: 1. Контроль (без удобрений). 2. Технология возделывания риса в хозяйстве -  $N_{120}P_{80}K_{60}$  [8]. 3. Навозная жижа, 30 т/га (осень). 4. Навозная жижа, 30 т/га + ингибитор нитрификации Entec FL (осень); 5. Навозная жижа, 30 т/га (весна). 6. Навозная жижа, 30 т/га + ингибитор нитрификации Entec FL (весна).

Отбор почвы проводили до внесения удобрений и посева риса, а также перед уборкой урожая. Исследования включали определение плотности сложения почвы по Качинскому, плотности твердой фазы почвы пикнометрическим методом; общей пористости почвы расчетным способом [1]. Содержание в почве общего гумуса определяли по Тюрину (ГОСТ 26213-91), общего азота – по Кьельдалю (ГОСТ 26107-87). Определение группового состава гумуса проводили по Кононовой и Бельчиковой [9]. Результаты исследований подвергали статистической оценке [10].

**Результаты и их обсуждение.** В настоящее время для большинства сельскохозяйственных культур установлены оптимальные значения плотности почвы - 1,10-1,20 г/см<sup>3</sup> [6]. Величина этого показателя весьма изменчива во времени для одной и той же почвы, особенно для пахотного слоя, который подвергается рыхлению почвообрабатывающими орудиями, самоуплотнению и уплотнению ходовыми системами движущихся по полю машин. Плотность сложения почвы во многом зависит от гранулометрического состава, содержания гумуса и ее структурности. Наблюдения за изменением плотности лугово-черноземной почвы рисового агроценоза под воздействием минеральных и органических удобрений выявили варианты, позволяющие регулировать величину этого показателя (табл. 1).

**1. Агрофизические показатели лугово-черноземной почвы при применении удобрений**

Вариант	Плотность пахотного слоя	Плотность твердой фазы	Пористость общая, %
	г/см <sup>3</sup>		
До внесения удобрений и посева риса	1,35	2,66	49,3
Контроль (б/у)	1,35	2,67	49,4
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>60</sub> [8]	1,33	2,65	49,8
Навозная жижа, 30 т/га (осень)	1,29	2,61	50,6
Навозная жижа, 30 т/га + Entec FL (осень)	1,29	2,61	50,6
Навозная жижа, 30 т/га (весна)	1,31	2,62	50,0
Навозная жижа, 30 т/га + Entec FL (весна)	1,30	2,61	50,2
HCP <sub>05</sub>	0,02	0,02	-

Исходное значение (до внесения удобрений и посева риса) плотности сложения пахотного слоя почвы составляло 1,35 г/см<sup>3</sup>. Возделывание риса без применения удобрений не способствовало его разрыхлению. Плотность сложения почвы не отличалась от исходной величины. При внесении удобрений происходило разуплотнение корнеобитаемого почвенного слоя, то есть плотность снизилась на 0,02-0,06 г/см<sup>3</sup>, или на 1,5-4,4 %. Особенно наглядно это проявлялось в условиях органоминеральной системы применения удобрений.

При этом осенняя заделка навозной жижи положительно повлияла на агрофизическое состояние почвы, а добавление в нее ингибитора нитрификации не оказывало существенного влияния.

Плотность твердой фазы для определенного типа почвы величина относительно постоянная. Для подавляющего большинства почв она не выходит за пределы 2,4-2,8 г/см<sup>3</sup> [6]. В лугово-черноземной почве рисового агроценоза этот показатель находился на уровне 2,61-2,67 г/см<sup>3</sup>. Наибольшей величиной обладала почва контрольного варианта, а меньшими значениями плотности твердой фазы характеризовались варианты с более высоким содержанием гумуса. На снижение этого показателя в большей мере повлияла заделка в почву навозной жижи.

Одной из характеристик сложения почвы является её общая пористость, которая определяется как отношение объема капиллярных и некапиллярных пор (пустот), занятых водой и почвенным воздухом ко всему объему, занимаемому почвой. Эта величина находилась в обратной зависимости от плотности почвы. Применение удобрений увеличивало общую пористость почвы относительно контроля на 0,4-1,2 %. Агрофизическое состояние почвы значительно улучшалось при применении органоминеральной системы удобрения. Осенняя заделка навозной жижи увеличивала общую пористость почвы на 1,2 % относительно контроля и на 0,6-0,8 % по отношению к другим удобрённым вариантам. Этот показатель не изменялся при добавлении ингибитора нитрификации к органическому удобрению.

Применение минеральных и органических удобрений повлияло на гумусное состояние лугово-черноземной почвы. Их внесение способствовало стабилизации гумуса в почве. В контрольном варианте (без применения удобрений) отмечалось снижение общего гумуса на 0,07 %, в удобрённых – увеличение на 0,03-0,09 %. Внесение навозной жижи с осени, как отдельно, так и с ингибитором нитрификации Entec FL, оказало положительное воздействие на свойства почвы. Более узкое отношение C: N, равное 8,0-8,2 против 9,0 на контроле и 8,7 на минеральном фоне, указывало на довольно высокую степень обогащенности гумуса азотом (табл. 2).

**2. Содержание гумуса и азота в лугово-черноземной почве при применении удобрений**

Вариант	Гумус	C <sub>общ.</sub>	N <sub>общ.</sub>	C: N	C <sub>гк</sub>	C <sub>фк</sub>	C <sub>но</sub>	C <sub>гк</sub> : C <sub>фк</sub>
	%				% от почвы			
					% C <sub>общ.</sub>			
До внесения удобрений и посева риса	3,33	1,93	0,214	9,0	<u>0.602</u> 31,2	<u>0.311</u> 16,1	<u>1.017</u> 52,7	1,94
Контроль (б/у)	3,26	1,89	0,210	9,0	<u>0.567</u> 30,0	<u>0.325</u> 17,2	<u>0.998</u> 52,8	1,74
N <sub>120</sub> P <sub>80</sub> K <sub>60</sub> [8]	3,29	1,91	0,220	8,7	<u>0.613</u> 32,1	<u>0.328</u> 17,2	<u>0.969</u> 50,7	1,86
Навозная жижа, 30 т/га (осень)	3,35	1,94	0,235	8,2	<u>0.669</u> 34,5	<u>0.334</u> 17,2	<u>0.937</u> 48,3	2,01
Навозная жижа, 30 т/га + Entec FL (осень)	3,35	1,94	0,241	8,0	<u>0.694</u> 35,8	<u>0.337</u> 17,4	<u>0.909</u> 46,8	2,05
Навозная жижа, 30 т/га (весна)	3,31	1,92	0,229	8,4	<u>0.649</u> 33,8	<u>0.340</u> 17,7	<u>0.931</u> 48,5	1,91
Навозная жижа, 30 т/га + Entec FL (весна)	3,31	1,92	0,230	8,3	<u>0.657</u> 34,2	<u>0.342</u> 17,8	<u>0.921</u> 48,0	1,92

Своеобразный окислительно-восстановительный режим почвы, создающийся в рисовом агроценозе, оказал заметное влияние на групповой состав гумуса. Для лугово-черноземной почвы характерен фульватно-гуматный и гуматный типы гумуса с преобладанием

гуминовых кислот. Уменьшение отношения C<sub>гк</sub>: C<sub>фк</sub> после окончания вегетационного периода риса связано с деструкцией гуматов и образованием фульватов в анаэробных условиях [5, 13]. Более узкие гуматно-фульватные отношения указывают на устойчивость

гумуса к минерализации. Такое отношение наблюдалось в варианте с внесением одних минеральных удобрений ( $C_{тк}$ :  $C_{фк}=1,86$ ). Заделка навозной жижи в почву с осени и, в большей степени добавление в нее ингибитора нитрификации Entec FL, увеличивало содержание гуминовых кислот относительно контроля на 4,5 и 5,8 %  $C_{общ}$  соответственно. При этом количество нерастворимого остатка (гумина) снизилось на 4,5 и 6,0 %  $C_{общ}$  соответственно. Тип гумуса при данном агроприеме из гуматно-фульватного трансформируется в гуматный ( $C_{тк}$ :  $C_{фк}=2,01-2,05$ ). Весенняя заделка в почву навозной жижи, как отдельно, так и совместно с ингибитором Entec FL, также положительно подействовала на групповой состав гумуса, но в меньшей мере, чем осенняя ( $C_{тк}$ :  $C_{фк}=1,91-1,92$ ).

**Заключение.** Под влиянием минеральных и органических удобрений улучшается агрофизическое и гумусное состояние лугово-черноземной почвы рисового агроценоза. В большей степени на свойства почвы повлияло внесение навозной жижи с осени в дозе 30 т/га, модифицированной ингибитором нитрификации Entec FL DMPP. При использовании этого агроприема снижается плотность почвы на 4,4 %, возрастает общая пористость на 1,2 %, увеличивается степень гумификации органического вещества на 4,5-5,8 %  $C_{общ}$ , улучшаются состав гумуса ( $C_{тк}$ :  $C_{фк}=2,05$ ) и его обогащенность азотом ( $C:N=8,0$ ).

#### Литература

1. Агрохимические методы исследования почв / Под ред. А.В. Соколова. – М.: Изд-во Наука, 1975. – 656 с.
2. Безуглова О.С. Влияние орошения на химические свойства темно-каштановой почвы / О.С. Безуглова, В.И. Степовой, И.Г. Ковалёва // Почвоведение. – 1995. – № 5. – С. 602-607.

3. Голов В.И. Экологическое состояние пахотных почв Дальнего Востока и ближайшие перспективы их использования / В.И. Голов, М.Л. Бурдуковский, Н.В. Иваненко, Ю.А. Попова // Вестник ДВО РАН. – 2020. – № 1. – С. 66-74.

4. Гуторова О.А. Динамика показателей плодородия лугово-черноземной почвы при длительном возделывании риса / О.А. Гуторова, В.А. Романенков, А.Х. Шеуджен // Агрохимия. – 2019. – № 10. – С. 25-34.

5. Гуторова О.А. Эколого-агрохимическое состояние почв рисовых агроландшафтов / О.А. Гуторова, А.Х. Шеуджен. – Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2020. – 348 с.

6. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В. Медведев. – М.: Агропромиздат, 1988. – 159 с.

7. Николаева С.А. Устойчивость почв дельтовых экосистем в условиях интенсивного орошения (для целей рисосеяния) / С.А. Николаева // Почвоведение. – 1995. – № 10. – С. 1226-1232.

8. Система рисоводства Краснодарского края / Под ред. Е.М. Харитоновой. – Краснодар: ВНИИ риса, 2005. – 340 с.

9. Шеуджен А.Х. Азот и гумус: методы их определения / А.Х. Шеуджен, В.П. Суев, Т.Н. Бондарева, О.А. Гуторова, Л.М. Онищенко, Х.Д. Хурум, В.В. Дроздова, М.А. Осипов, С.В. Кизинек. – Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2021. – 176 с.

10. Шеуджен А.Х. Методика агрохимических исследований и статистическая оценка их результатов / А.Х. Шеуджен, Т.Н. Бондарева. – Майкоп: Полиграф-ЮГ, 2015. – 661 с.

11. Щедрин В.Н. Свойства лугово-черноземных почв после ротации севооборотов с различной водной нагрузкой при циклическом орошении рисовых полей / В.Н. Щедрин, Л.М. Докучаева, Р.Е. Юркова // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2020. – № 2(38). – С. 1-17.

12. Maie N. Origin and properties of humus in the subsoil of irrigated rice paddies. I. Leaching of organic matter from plow layer soil and accumulation in subsoil / N. Maie, A. Watanabe, M. Kimura // Soil Sci. and Plant Nutr. – 1997. – V. 43. – № 4. – P. 901-910.

13. Sheudzen A.Kh. Humus state of the soil under liquid manure application on Kuban rice crops / Kh.A. Sheudzen, O.A. Gutorova // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 2021. – V. 659. – 012021.

14. Tanji K.K. Characterizing redox status of paddy soils with incorporated rice straw / K.K. Tanji, S. Gao, S.C. Scardaci, A.T. Chow // Geoderma. – 2003. – N 3-4. – T.114. – P. 333-353.

UDC: 631.862.2: 631.82: 631.452

## CHANGES IN THE PROPERTIES OF THE MEADOW-CHERNEAR SOIL OF THE RICE AGROCOENOSIS WITH THE APPLICATION OF FERTILIZERS

A.Kh. Sheudzen<sup>1,2</sup>, O.A. Gutorova<sup>1</sup>, H.D. Hurum<sup>1</sup>, Yu.N. Ashinov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kuban State Agrarian University named after Trubilin, ul. Kalinina, 13, Krasnodar, 350044, Russia, E-mail: ashad.sheudzen@mail.ru

<sup>2</sup>Federal scientific rice centre, pos. Belozernyi, 3, Krasnodar, 350921, Russia

<sup>3</sup>Maikop State Technological University, st. Pervomaiskaya, 191, Republic of Adygea, Maykop, 385000, Russia

The influence of mineral and organic fertilizers on the agrophysical and humus state of the meadow-chernozem soil of rice agroecosystem in the conditions of Kuban is considered. The use of slurry as an organic fertilizer since autumn at the rate of 30 t/ha, modified with a nitrification inhibitor Entec FL DMPP, helps to reduce soil density by 4,4 %, increase total porosity by 1,2 %, and improve humus composition ( $C_{HA}$ :  $C_{FA}=2,05$ ), enrichment of humus with nitrogen at a C:N ratio of 8,0.

Keywords: rice, meadow-chernozem soil, mineral fertilizers, slurry, nitrification inhibitor, soil density, total porosity, humus, humus group composition.

УДК 579.2:631.8:587:631.4

DOI: 10.25680/S19948603.2023.131.19

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В ОРОШАЕМОМ СЕВООБОРОТЕ

Н.Н. Шулико, к.с.-х.н., А.Ю. Тимохин, к.с.-х.н., Е.В. Тукмачева, к.б.н., А.А. Вейнбендер, ФГБНУ «Омский АНЦ»

644012, Россия, г. Омск, пр-т Королева, 26, shuliko-n@mail.ru

Исследования проводили в 2020-2022 г. в лесостепной зоне юга Западной Сибири (Омская обл.), в многолетнем (более 40 лет) стационарном опыте в вариантах со средней и высокой обеспеченностью подвижным фосфором (по Чирикову). Под культурами восьмипольного зерноотрубного севооборота: многолетние травы (ежа сборная) в смеси с эспарцетом песчаным, сорго сахарным, определяли численность различных физиологических групп мик-