

6. Smetanin A.P. Methods of experimental work on selection, seed production, seed science and quality control of seeds / A.P. Smetanin, V.A. Dziuba, A.I. Approd. - Krasnodar: All-Russian Research Institute of Rice. 1972. – 156 p.
7. Sheudzhen A. Kh. Agrochemistry and physiology of rice nutrition / A. Kh. Sheudzhen. – Maykop: GURIPP "Adygea", 2005. 1012 p.
8. Sheudzhen A.Kh. Agrochemistry. Part 2. Methods of agrochemical research / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondarev. – Krasnodar: KubGAU, 2018. – 703 p.
9. Sheudzhen A.Kh. Agrochemical bases for the use of fertilizers / A.Kh. Sheudzhen, T.N. Bondareva, S.V. Kizinec. – Maykop: JSC "Polygraph-Yug", 2013. – 571 p.
10. Sheudzhen, A.Kh. Agrochemistry. Part 5. Applied agricultural chemistry: textbook. allowance / A.Kh. Sheujen. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – 860 p.
11. Kunze, O.R. Relative humidity charges that cause brown rice to crack / O.R. Kunze, C.W. Hall // Trans ASAE, 1977.
12. Stermer, R.A. Environ conditions and stress cracks in milled rice / R.A. Stermer // Cereal. Chem., 1968. – 45, 365.

RICE GRAIN YIELD AND QUALITY DEPENDING ON TERRACES OF IRRIGATION SYSTEM AND FERTILIZER RATES

*A.Kh. Sheudzhen^{1,2}, T.A. Illarionova¹, O.A. Gutorova¹,
E. A. Kaigorodova¹, H.D. Khurum¹*

¹*FSBEI of Higher Education «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin»,
350044, Krasnodar, Kalinin Street, 13, the Russian Federation*

²*FSBSI «All-Russian Rice Research Institute», 350921, Krasnodar, Belozerny, 3, the Russian Federation*

The results of studies on the effect of fertilizer rates on the yield and quality of rice grain on meadow and meadow-boggy soils of rice fields of the Republic of Adygea are presented. Experiment scheme: 1. N₀P₀K₀ (control); 2. N₉₀P₆₀K₄₅; 3. N₁₂₀P₈₀K₆₀; 4. N₁₅₀P₁₀₀K₇₅; 5. N₁₈₀P₁₂₀K₉₀. Regardless of irrigation system terraces, fertilizers had a positive effect on rice grain yield and quality. The greatest agrochemical effect was obtained on meadow soil when applying N₁₅₀P₁₀₀K₇₅, and on meadow-boggy soil - N₁₂₀P₈₀K₆₀. Rice grain yields on high and low checks exceeded control by 14.5-22.8 and 15.1-22.0 centner per hectare, which was 28.9-45.5 and 31.1-45.3 % relative to the control variant. The best indicators of yield structure and biochemical quality of grain were observed at the rate of N₁₅₀P₁₀₀K₇₅ on the high check with meadow soil and the rate of N₁₂₀P₈₀K₆₀ on the low check with meadow-boggy soil.

Key words: rice (Oryza sativa), meadow soil, meadow-boggy soil, fertilizers, yield, grain quality.

УДК 631.445.4 :631.41.631.582

DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.26

ОЦЕНКА И ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ СЛОЖЕНИЯ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В ЗВЕНЕ СЕВООБОРОТА

О.В. Гладышева, к.с.-х.н., В.А. Свирина, В.Г. Черногаев,

*Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного
бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»
(ИСА – ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)*

Россия, 390502, Рязанская область, с. Подвязье, ул. Парковая, д. 1, E-mail: svirina-vera@mail.ru

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ
в рамках Госзадания № 0582-2019-0027*

Представлены результаты исследований по изменению плотности сложения почвы с внесением минеральных удобрений N₉₀P₉₀K₉₀ и извести. В варианте без удобрений внесено 6,9 т/га извести, с удобрениями – 8,8 т/га. Установлено, что лучшие показатели плотности сложения почвы – 1,337 г/см³, были достигнуты при ежегодном внесении минеральных удобрений и извести. Выявлено, что одноразовое внесение извести осенью 2017 г. обеспечивает оптимизацию физических свойств почвы и сохраняет эти свойства к 4-му году последействия.

Установлено, что доломитовая мука положительно влияла на увеличение водопрочных агрегатов в звене зерно-травянопропашного севооборота по всем культурам и в среднем составила в варианте по фону минеральных удобрений 48,7 %, что на 4,3 % больше варианта без известкования и удобрений.

В среднем за 1 год при внесении извести и минеральных удобрений продуктивность составила 8,01 ц к. е. (увеличение на 37,6 % по отношению к контролю), в варианте без применения минеральных удобрений с известью – 3,56 ц к. е. (прибавка по отношению к контролю составила 8,5 %).

Ключевые слова: темно-серая лесная почва, плотность сложения, пористость, культуры звена севооборота, урожайность.

Для цитирования: О.В. Гладышева, к.с.-х.н., В.А. Свирина, В.Г. Черногаев Оценка и изменение плотности сложения темно-серой лесной почвы в звене севооборота // Плодородие. – 2023. – №6. – С. 106-109. DOI: 10.25680/S19948603.2023.135.26.

Многолетнее применение удобрений и периодическое известкование служат эффективными методами окультуривающего воздействия на почву [3]. Важный показатель физического состояния пахотного слоя почвы - ее объемная масса [1].

Отрицательным последствием во время развития культур на темно-серой лесной почве является ее уплотнение в пахотных горизонтах в течение всего вегетационного периода. Такие изменения свойственны всем показателям, функционально связанным с плотностью сложения почвы [5].

Требования к сложению почвы, обеспечивающие максимальную продуктивность растений при различном ее увлажнении - это оптимальная плотность и пористость пахотного слоя [4]. Плотность сложения 0,90-0,95 г/см³ считается рыхлой, 0,95-1,15 - нормальной, 1,15-1,25 - уплотненной, более 1,25 г/см³ - сильноуплотненной [8]. Природная плотность сложения почв в Рязанской области превосходит оптимальную для традиционных сельскохозяйственных культур, т.е. выше 1,0-1,3 г/см³.

Около 80 % почв в области деградированы, их плотность сложения под влиянием хозяйственной деятельности человека приобрела несвойственные зональному типу повышенные уплотнение и слитогенность (оподзоленный чернозем 1,40-1,45 г/см³) [6].

Цель исследований – количественно охарактеризовать плотность сложения под культурами звена севооборота, определить ее изменчивость.

Методика. Предшествующие исследования в стационарном опыте на темно-серой лесной почве при основном известковании (2011-2017 г.) свидетельствуют о высокой эффективности известкования.

В последующие годы на базе этого стационара было продолжено экспериментальное исследование повторного известкования на полях ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, заложенного в 2017 г., с использованием соответствующих методик.

Опыт проведен в звене зернотравнопропашного севооборота: ячмень + клевер – клевер 1-го года пользования – озимая пшеница – соя. Площадь учетной делянки 90 м². Агротехника культур – общепринятая для данной зоны. Повторность в опыте четырехкратная.

Схема полевого опыта предусматривала изучение следующих вариантов: удобрения (фактор А) – (NPK)₀ и (NPK)₉₀, фактор В – внесение извести (доломитовой муки).

Минеральные удобрения (N₉₀P₉₀K₉₀) в виде азофоски вносили ежегодно осенью под каждую культуру фоном под основную обработку. На одной из половинок соответствующих делянок применяли доломитовую муку.

Дозы мелиоранта, установленные в зависимости от уровня pH, гидролитической кислотности, составили в варианте без удобрений 6,9 т/га, с удобрениями – 8,8 т/га.

Почвенные образцы отбирали в слое 0-10, 10-20, 20-30 см по вегетирующим растениям (май, август).

В опыте проводили наблюдения за почвой (плотность, пористость, степень аэрации). Плотность почвы определяли методом цилиндров, пористость - расчетным методом [7].

Почва полей севооборота – темно-серая лесная тяжелосуглинистая.

Перед закладкой опыта почва имела следующие агрохимические характеристики: содержание гумуса (ГОСТ 26213-91) в варианте без удобрений – 3,05% (по Тюрину), на фоне (NPK)₉₀ – 3,104 %, подвижного фосфора (ГОСТ Р 54650-2011) – 106 и 190 мг/кг почвы, соответственно, подвижного калия (ГОСТ Р 54650-2011) – 92 и 123 мг/кг почвы, реакция почвенного раствора pH_{кол.} 5,04-4,78 ед., Нг – гидролитическая кислотность – 4,69-5,86 мг-экв/100 г почвы, Са – 16,9-17,5, Mg - 2,2-2,4 мг-экв/100 г почвы.

Урожайность учитывали сплошным методом. Статистическая обработка экспериментальных данных, а также определение наименьшей существенной разницы в опыте (НСР_{0,05}) осуществлены по Б.А. Доспехову [2].

Период проведения исследований (2018–2021 г.) различался по погодным условиям. В целом значения были близки к среднегодовым (ГТК – 1,09).

Вегетационный период 2018 г., в целом характеризовался неблагоприятными условиями для развития испытываемых культур. За вегетацию осадков выпадало 109 мм, или 53,1 % от среднегодовым значений. Сумма активных температур составила 1944 С, ГТК – 0,59. Среднемесячная температура воздуха в мае равнялась 19,2 °С, что на 6,5 °С выше среднегодовым значений. Осадки выпадали неравномерно.

Условия вегетационного периода 2019 г. были неблагоприятными для развития клевера 1-го года пользования. Летняя засуха проявилась в I и II декадах июня, ГТК в этот период составил 0,14, а среднегодовым температура воздуха была на 3,2-6,0 °С выше среднегодовым значений. В связи с этим фаза цветения клевера проходила в экстремальных условиях.

Основная масса атмосферных осадков (29 мм) выпала в конце III декады июня, что способствовало нарастанию зеленой массы. Сумма активных температур составила 2187 °С, ГТК – 0,73.

Метеоусловия 2020 г. характеризовались сильной вариабельностью для развития озимой пшеницы. Выпавшие обильные осадки в I декаде июня (ГТК–3,9) оказывали сильное влияние на рост и развитие растений озимой пшеницы. Сумма активных температур составила 1912 °С.

Метеорологические условия в 2021 г. значительно различались и характеризовались периодами от всходов до фазы цветения сои резкими колебаниями температурного режима и неравномерным выпадением осадков, что плохо сказывалось на росте и развитии культуры. Также наблюдались колебания температурного режима и превышение среднегодовым показателей в мае на 4,5 °С, в июне на 6,2, в июле на 7,1 °С. В мае и июне осадки превысили среднегодовую норму на 2,5 и 17,3 мм соответственно. ГТК в июне составил 1,07 – влажно. В июле количество осадков было ниже нормы на 22,9 мм и не соответствовало необходимому биологическому оптимуму.

В целом осадков было меньше среднегодовым значений на 33,3 мм. ГТК в июле составил 0,51 – засушливый, в августе - 0,34 – сухой.

Результаты и их обсуждение. Внесение минеральных удобрений и извести в опыте должно быть увязано с агрофизическими свойствами почвы и требованиями различных культур к сложению почвы. Изменения биологических параметров и агрохимических свойств почвы в опыте оценивали под действием минеральных удобрений с известью и без нее.

Изучение показателей, характеризующих сложение почвы (плотность, пористость аэрации), проводили на фоне с минеральными удобрениями и без них в течение вегетационного периода культур звена севооборота.

Одно из важнейших свойств почвы – плотность. Плотность почвы принято считать интегральным и динамичным показателем физического состояния корнеобитаемого слоя почвы, характеризующим ее структурное состояние и обуславливающим многие процессы – водный, воздушный, тепловой режимы.

Систематическое внесение минеральных удобрений с известкованием повлияло на агрофизические свойства почвы.

Равновесная плотность темно-серых лесных почв составляла 1,35-1,40 г/см³, поэтому возникала необходимость в их разрыхлении с помощью таких приемов, как обработка почвы, известкование, внесение минеральных удобрений и др.

В наших исследованиях динамика плотности сложения имеет схожую направленность по годам, но различную количественную оценку.

По годам исследований, в зависимости от возделываемых культур, в варианте без удобрений и без известки отмечалось увеличение плотности. На ячмене она составила 1,423 г/см³, клевере 1-го года пользования – 1,404, озимой пшенице и сое 1,387-1,372 г/см³. Почва по плотности сложения оценивается как сильно уплотненная,

что ухудшало условия для роста, развития растений и снижало урожайность культур в дальнейшем.

Выявлено, что одноразовое внесение CaCO₃ осенью 2017 г. оптимизировало физические свойства почвы и сохранило это к четвертому году последействия в звене севооборота.

На фоне (NPK)₉₀ в варианте с доломитовой мукой плотность пахотного слоя была ниже практически по всем культурам звена севооборота. Мелиорант снизил объемную массу за севооборот на 0,042 ед., по сравнению с вариантами без внесения CaCO₃, и она составила 1,397-1,337 г/см³, что соответствует оптимальным значениям исследуемых почв (табл. 1).

1. Изменение плотности почвы в зависимости от минеральных удобрений и известки (перед уборкой) в слое 0-30 см, г/см³

Вариант опыта		Возделываемые культуры по годам					
		2018 г. ячмень + клевер	2019 г. клевер 1-го г.п.	2020 г. оз. пшен.	2021 г. соя	Среднее за 4 года	±
Без удобрения	Без известки	1,423	1,404	1,387	1,372	1,397	-
	Известь	1,417	1,373	1,368	1,339	1,373	-0,024
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Без известки	1,410	1,388	1,370	1,346	1,379	-
	Известь	1,398	1,336	1,324	1,291	1,337	-0,042
HCP ₀₅ : уд.		0,03	0,03	0,01	0,01	-	-
изв.		0,01	0,03	0,02	0,01	-	-

За четыре года проведения опытов без применения удобрений и известки ухудшилось агрофизическое состояние темно-серой лесной почвы и незначительно снизилась плотность сложения - только на 0,024 г/см³. Такое уменьшение плотности почвы связано с улучшением ее структуры и с увеличением содержания органического вещества

На условия жизни растений, жизнедеятельности микроорганизмов, и в итоге, на величину урожая культур влияет не только плотность сложения почвы, но и связанная с ней структура почвы.

Структура почвы - показатель плодородия, от неё зависят важнейшие общие физические свойства почвы.

Определение строения пахотного слоя почвы показало, что пористость почвы, степень аэрации находятся в прямой зависимости от плотности почвы. Наибольшая пористость выявлена в варианте с минеральными удобрениями и CaCO₃ – 51,7 %. Отмечено лучшее соотношение капиллярной и некапиллярной пористости (аэрации) в этом

варианте, что обеспечивает более благоприятное сочетание для развития растений культур звена севооборота. Минимальная величина пористости аэрации для благоприятного прохождения биологических процессов в пахотном слое почв составляет не менее 15 % его объема.

В наших исследованиях на темно-серой лесной почве лучший показатель аэрации был в вариантах с повторным внесением известки по фону минеральных удобрений – 19,1%, что на 1,8 % больше, чем без известки.

Как видно из результатов исследований, известкование без применения удобрений практически не изменяло строение почвы и в среднем за годы исследований, произошло снижение пористости на 0,9 % от исходного значения (табл. 2).

Важная роль в экологическом земледелии принадлежит водопроходной структуре, содержание ее, во многом определяющее почвенное плодородие, приведено в таблице 3.

2. Влияние минеральных удобрений и известки на пористость почв в слое 0-30 см, %

Вариант опыта		Возделываемые культуры по годам						
		Исходная пористость 2011-2017 г.	2018 г. ячмень + клевер	2019 г. клевер 1-го г.п.	2020 г. оз. пшен.	2021 г. соя	Среднее за 4 года	+ к исходному
Без удобрения	Без известки	47,4	46,2	46,2	46,0	47,6	46,5	-0,9
	Известь	49,4	48,6	49,4	51,3	50,2	49,9	+0,2
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Без известки	48,0	47,6	48,5	49,6	50,6	49,0	+1,0
	Известь	50,3	50,2	51,2	52,8	52,4	51,7	+1,4
HCP ₀₅ : уд.		2,12	0,43	0,80	1,91	2,48	-	-
изв.		1,60	0,44	0,64	1,95	2,08	-	-

3. Влияние повторного внесения доломитовой муки на содержание водопроходных агрегатов (в слое 0-30 см), %

Варианты опыта		Возделываемые культуры по годам					
		Исходное 2011-2017 г.	2018 г. ячмень + клевер	2019 г. клевер 1-го г.п.	2020 г. оз. пшен.	2021 г. соя	Среднее за 4 года
Без удобрения	Без известки	45,2	46,4	44,5	42,1	44,6	44,4
	известь	46,4	47,3	46,0	45,2	47,19	46,4
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Без известки	45,2	46,9	46,6	42,92	46,9	45,8
	Известь	47,4	48,8	48,6	46,92	50,5	48,7
HCP ₀₅ : уд.		-	0,74	1,76	0,70	0,90	-
изв.		-	0,73	1,02	1,91	0,92	-

В исследованиях обогащение слоя почвы 0-30 см доломитовой мукой на фоне (NPK)₉₀ благотворно сказалось на содержании водопропрочной структуры (по методу И.Н. Саввинова), оно приблизилось к оптимальному уровню. Ее средняя величина составила 48,7 %, что на 2,3 % больше, чем в варианте без внесения минеральных удобрений, но с применением известкования.

Внесение мелиоранта совместно с минеральными удобрениями не только способствовало улучшению

агрофизических свойств темно-серой лесной почвы, но и положительно отразилось на продуктивности звена севооборота (табл. 4).

По результатам дисперсионного анализа, достоверная прибавка урожайности от повторного внесения извести получена по всем культурам звена севооборота. В среднем за годы исследований (2018-2021 г.) в опыте максимальной продуктивности (57,57 ц к.е.) отмечали на фоне (NPK)₉₀ + CaCO₃ и внесения извести по 1,5 г.к.

4. Влияние минеральных удобрений и извести на продуктивность культур звена севооборота, ц к.е.

Вариант опыта		Возделываемые культуры по годам							
		2018 г. ячмень + клевер	2019 г. клевер 1-го г.п.	2020 г. оз. пшен.	2021 г. соя	В сумме за 4 года	Среднее за 4 года	±	Отклонение от контроля, %
Без удоб- рения	Без извести	33,32	54,33	64,9	14,8	167,35	41,83	-	100
	Известь по 1,5 г.к.	36,05	58,0	70,1	17,42	181,57	45,39	3,56	8,5
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	Без извести	42,91	61,0	74,5	19,83	198,24	49,56	-	18,5
	Известь по 1,5 г.к.	48,09	69,3	89,9	23,0	230,29	57,57	8,01	37,6
НСР ₀₅ : уд.		0,6	0,43	1,07	0,83	-	-	-	-
изв.		0,5	0,42	1,08	0,83	-	-	-	-

Выводы. Результаты исследований показывают, что в оптимизации агрофизических свойств темно-серой лесной почвы (плотности, водопропрочной структуры) значительную роль играет сочетание минеральных удобрений и известкования полуторной дозой, при одновременном соблюдении технологической дисциплины. Количество водопропрочных агрегатов в слое почвы 0-30 см увеличилось до 48,7%, что на 2,3% больше по сравнению с вариантом без мелиоранта, что стало оптимальным значением этого показателя.

Только разуплотнение способно обеспечивать оптимальное сложение почвы на протяжении всего вегетационного периода по годам.

На фоне без минеральных удобрений и без внесения извести среднегодовая продуктивность сельскохозяйственных культур звена севооборота составила 41,83 ц к.е. С известью прибавка равна 3,56 ц к.е.

Наибольшая урожайность – 57,57 ц к.е., получена при использовании минеральных удобрений и CaCO₃ в полуторной дозе. Прибавка от повторного известкования составила по отношению к контролю 8,01 ц к.е.

Литература

1. Восстановление физических свойств чернозема обыкновенного, деградированного удобрительно-мелиорирующими компостами / Г. Т. Балакай, Л. М. Докучаева, Р. Е. Юркова, О. Ю. Шалапова // Плодородие. – 2015. – № 6(87). – С. 33-35. – EDN VEIOMF.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Изменение агрохимических показателей плодородия почвы при длительном окультуривании / М.А. Мазиров, Н. С. Матюк, В. Д. Полин, Н. В. Малахов // Владимирский земледелец. – 2017. – № 1 (79). – С. 15-19. – EDN YKGSEH.
4. Коницев, А. А. О возможности применения теории решения изобретательских задач для реформирования обработки почвы / А. А. Коницев, И. И. Гарифуллин // Владимирский земледелец. – 2017. – № 1. – С. 12-14. – EDN YKGSDX.
5. Оценка и изменение плотности сложения чернозема в полях севооборота / Н. Л. Кураченко, С. Н. Солодченко, В. Н. Романов, В. М. Литав // Земледелие. – 2010. – № 1. – С. 9-11. – EDN KZEAAZ.
6. Пестряков, А. М. На принципах разноглубинности и многовариантности / А. М. Пестряков // Земледелие. – 2007. – № 2. – С. 19-21. – EDN HZEKUX.
7. Водюнина А.Ф. Методы исследований физических свойств почвы // А. Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М., 1986. – 416 с.
8. Практикум по почвоведению / Под редакцией Кауричева И.С. – М.: Агропромиздат, 1986. – 336 с.

EVALUATION AND CHANGE IN THE DENSITY OF THE DARK-GRAY FOREST SOIL IN THE CROPPED ROTATION

*O.V. Gladysheva, candidate of agricultural sciences, V.A. Svirina, V.G. Chernogaev
Institute of Seed Production and Agrotechnologies – branch of the Federal State Budgetary Scientific
Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM»
E-mail: svirina-vera@mail.ru
Russian Federation, 390502, Ryazan region, Podvyaze, Parkovaya str., 1*

The results of studies on changes in the density of soil composition with the application of mineral fertilizers N₉₀P₉₀K₉₀ and lime are presented. In the variant without fertilizers, 6.9 t/ha of lime was applied, with fertilizers - 8.8 t/ha. It has been established that the best indicators of soil density - 1.337 g / cm³, were achieved with the annual application of mineral fertilizers and lime. It was revealed that a single application of lime in the fall of 2017 ensures the optimization of the physical properties of the soil and retains these properties by the 4th year of the aftereffect.

It was established that dolomite flour had a positive effect on the increase in water-stable aggregates in the link of grain-grass-rowed crop rotation for all crops and averaged 48.7% in the variant according to the background of mineral fertilizers, 4.3% more than the variant without liming and fertilizers.

On average, for 1 year, with the introduction of lime and mineral fertilizers, the productivity was 8.01 centners per feed unit (an increase of 37.6% in relation to the control), in the variant without the use of mineral fertilizers with lime – 3.56 centners per feed unit (the increase in relation to the control was 8.5%).

Keywords: dark gray forest soil, bulk density, porosity, crop rotation link crops, productivity.