

УДК 631.5:631.8

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОТРАВЯНОГО СЕВОБОРОТА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЗАДЕЛКИ НАВОЗА, СОЛОМЫ И ПРОМЕЖУТОЧНОГО СИДЕРАТА**Ахметзянов М.Р., Таланов И.П.**

Реферат. В статье представлены результаты исследований по изучению внесения навоза, соломы и промежуточного сидерата в зернотравяном севообороте на фоне внесения расчетных доз минеральных удобрений на серой лесной почве Республики Татарстан. Результатами исследований было установлено, что варианты с внесением навоза и растительной биомассы снижали плотность сложения почвы в слое 0-10 см на 0,02-0,04 г/см³, в слое 10-20 см – на 0,03-0,04 г/см³. Общее содержание структурных агрегатов на вариантах с внесением навоза и совместной заделки соломы и сидерата повысилось до 46,7-72,9%, коэффициент структурности составил 0,87-2,69, против 44,3-63,9% и 0,79-1,77 по минеральному фону. Количество поступивших в почву пожнивных и корневых остатков после уборки многолетних трав больше накопилось на фонах с внесением навоза, соломы и сидерата и составило 10,8-12,1 т/га, тогда как по минеральному фону этот показатель составил только 10,11 т/га. На этих же фонах произошло увеличение содержания гумуса в почве на 0,12-0,16%. Улучшая почвенное плодородие почвы навоз, солома и сидераты способствовали повышению урожайности культур в севообороте по сравнению с минеральным фоном: озимой ржи на 0,2-5,0 ц, яровой пшеницы – на 1,2-6,8 ц, многолетних трав – на 1,2-7,3 зерновых единиц, яровой пшеницы – на 2,5-5,4 ц, овса – на 2,4-5,3 ц/га. Возделывание культур в зернотравяном севообороте на фоне совместного внесения соломы и пожнивного сидерата позволило получить максимальную прибыль 22835,6 руб./га с уровнем рентабельности 162,8 %, против 15540,0 руб./га и рентабельностью 96,4 % на минеральном фоне.

Ключевые слова: севооборот, плотность сложения, структурность агрегатов, гумус, урожайность.

Введение. Повышение урожайности и получение экологически чистой продукции в севообороте возможно только с применением биологических средств воспроизводства плодородия почвы. Важным фактором биологизации земледелия и повышения плодородия почвы является пожнивное зеленое удобрение. В сочетании с минеральными удобрениями и удобрением соломой пожнивная сидерация оказывает положительное влияние на биологическую активность почвы, способствует накоплению органического вещества в почве, повышает коэффициент использования минеральных удобрений, улучшает физические, химические и биологические показатели плодородия почвы [1,2,3].

Расширенное воспроизводство плодородия чернозема выщелоченного в севооборотах интенсивного типа обеспечивают торфонавозный компост при норме более 10 т на 1 га севооборотной площади; применение соломы в качестве органических удобрений 1,2–3,2 т/га при 50–83% насыщении севооборотов зерновыми в сочетании с использованием сурепицы на сидерат – 2,5–3,3 т/га; посев многолетних трав и промежуточных культур на фоне минеральных удобрений из расчета на запланированный урожай зерновых 4,0–4,5 т/га [4,5].

Зеленые удобрения: эспарцет песчаный, донник лекарственный, редька масличная, рапс, горох и викоовсяная смесь – за период вегетации накапливают от 3,8 до 7,0 т/га воздушно-сухой массы, с которой в почву посту-

пает 344–520 кг/га питательных элементов, улучшающих показатели эффективного плодородия почвы. Выращивание и их запашка, не требующие больших затрат, предохраняют от устранения причин потери эффективного плодородия и наступления почвоутомления и поступает в виде энергии для выращивания последующих культур в севообороте [6,7,8].

Цель исследований. Для достижения цели исследований нами проведено обоснование эффективности внесения навоза, соломы и пожнивного сидерата в зернотравяном севообороте в условиях серой лесной почвы Республики Татарстан.

Перед закладкой опыта было проведено обследование пахотного слоя на содержание основных показателей плодородия почвы: содержание гумуса 3,59%, подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) – соответственно 162 и 193 мг на кг почвы; рН солевой вытяжки – 5,6.

Схема опытов и агротехника. Экспериментальная работа проведена в 1994-2002 годах. Полевой опыт был заложен в двух закладках, в четырехкратной повторности с рендомизированным размещением вариантов. Учетная площадь делянок – 70 (7x10) м². Схема опыта:

Фактор А. Севооборот: 1. чистый пар; 2. озимая рожь; 3. яровая пшеница (с подсевом многолетних трав); 4. многолетние травы (3 летнего пользования); 5. яровая пшеница; 6. овес. Фактор В. Фоны питания: 1 – НРК

(расчетно); 2 – навоз; 3 – солома; 4 – сидераты; 5 – солома + сидераты.

Агротехника вариантов: НРК расчетно – внесение расчетных доз минеральных удобрений на запланированные урожаи: озимой ржи на 4,0 т/га (N₉₉ P₁₁₄ K₈₂), яровой пшеницы на 3,0 т/га (N₆₅ P₆₉ K₃₄), многолетние травы 3-х летнего пользования – (N₃₀ P₃₀ K₃₀ – в период ранневесенней подкормки), яровой пшеницы на 3,0 т/га (N₅₃ P₅₈ K₂₇), овса на 3,0 т/га (N₈₅ P₉₅ K₅₄). Внесение 40 т/га навоза в чистом пару РОУ-5 с заделкой дисковыми боронами БДТ-3 на глубину 8-10 см. Заделка измельченной соломы после уборки озимой ржи (4-5 т/га), яровой пшеницы – 3-4 т/га на 8-10 см БДТ-3 с добавлением компенсирующей дозы азота (10 кг д.в. на 1 т соломы). Посев сидератов – после уборки озимой ржи двукратное дискование вдоль и поперек орудием БДТ-3. Прикатывание (до и после посева ярового рапса) катками марки ЗККШ-6. Посев ярового рапса на зеленое удобрение (сорт «Ханна», норма высева 18 кг/га), сеялкой СЗТ-3,6 на глубину 1-2 см. Во второй половине октября заделали зеленую массу (35-40 ц/га) тяжелыми дисковыми боронами БДТ-3 на 8-10 см. Солома + сидераты – заделка измельченной соломы озимой ржи и яровой пшеницы в почву дисковыми боронами (БДТ-3) на 8-10 см, прикатывание с последующим посевом и заделкой сидерата.

Анализ и обсуждение результатов исследований. Плотность сложения пахотного слоя почвы на данном варианте в слое почвы 0-10 см находился в пределах – 1,15-1,18 г/см³, тогда как на других вариантах она была выше, особенно на варианте без использования биофакторов – 1,17-1,22. Аналогичная картина складывалась в слое 10-20 см, где варианты с заделкой биомассы растений и навоза были выше (1,18-1,26 г/см³), чем по минеральному фону 1,21-1,30.

Анализы определения структурности почвы перед посевом культур в звене севооборота показали, что общее содержание структурных агрегатов во все исследуемые годы больше отмечались на вариантах с внесением навоза и совместной заделки соломы и сидерата – 46,7-72,9%, 44,3-63,9% – по минеральному фону. Коэффициент структурности с внесением

навоза, соломы и сидерата составил 0,87-2,69, при – 0,79-1,77 по минеральному фону. После многолетних трав трехлетнего пользования по фонам с внесением навоза и растительной биомассы растений в пахотном слое почвы больше содержалось агрономически ценных структурных агрегатов – 67,4-73,4 %, при – 63,9 по минеральному фону. Коэффициент структурности с внесением навоза, соломы и сидерата составил 2,08-2,76, при – 1,77 по минеральному фону.

Проведенный учет поступивших в почву количества пожнивных и корневых остатков после уборки многолетних трав показал, что большее её накопление отмечалось на фонах с внесением навоза, соломы и сидерата и составило – 10,8-12,1 т/га, при – 10,1 по минеральному фону (табл. 1). Наибольшее накопление сухих органических веществ отмечалось на фонах с внесением навоза и совместное внесение соломы и сидерата. Преимущество над минеральным фоном за ротацию севооборота составило 41,8-40,1 т/га.

Изменение в содержании гумуса в севообороте произошло после использования многолетних трав, на минеральном фоне она повысилась на 0,02 %, после внесения перепревшего навоза – на 0,12 %, максимальное увеличение произошло при совместном внесении соломы и сидерата – 0,16 % (табл. 2). В конце севооборота произошло снижение в содержании гумуса, на минеральном фоне на - 0,03% от первоначальных значений, с внесением навоза и растительной биомассы растений она повысилась только на 0,01- 0,12 %. Максимальное накопление гумуса отмечалось на фоне внесения соломы и сидерата 0,12%.

Результаты учета пораженности растений корневой гнилью (табл. 3) показали, что в фазу выхода в трубку распространение болезни на посевах яровой пшеницы была достаточно высокой и составило в 1996-1997 гг. – 30-38 %, в 2000-2001 гг. – 31-42 % и овса в 2001-2002 гг. – 47-67 %. Развитие болезни на посевах яровой пшеницы было не высоким 4,9-6,1% и 6,8-9,4%, а на посевах овса она превысило экономический порог вредоносности и составило 10,3-14,8 %. Заделка сидерата в отдельности, так и в сочетании с соломой позволило незначительно снизить развитие кор-

Таблица 1 – Поступление сухих органических веществ в почву в севообороте за ротацию (1995-2002 гг.), т/га

Фон питания	Озимая рожь	Яровая пшеница	Многолетние травы 3 г.п.	Яровая пшеница	Овес	Всего
Минеральный	5,6	4,0	10,1	5,5	3,2	28,4
Навоз	15,7	14,2	11,3	18,4	10,7	70,2
Солома	9,6	8,1	10,8	11,2	6,6	46,3
Сидераты	11,1	9,6	11,8	13,8	8,3	54,6
Солома + сидераты	15,0	13,5	12,1	17,3	10,6	68,5

Таблица 2 – Содержание гумуса в почве после многолетних трав третьего года пользования (1999-2000 гг.), %

Фон питания	Перед закладкой (1994-95 гг.)	После многолетних трав (1999-2000 гг.)	В конце севооборота (2001-2002 гг.)
Минеральный	3,59	3,61	3,56
Навоз	3,59	3,71	3,67
Солома	3,59	3,65	3,60
Сидераты	3,59	3,69	3,65
Солома + сидераты	3,59	3,75	3,71

Таблица 3 – Пораженность посевов яровой пшеницы и овса корневой гнилью в фазе выхода в трубку, %

Фон питания	Яровая пшеница (1996-97 гг.)		Яровая пшеница (2000-01 гг.)		Овес (2001-02 гг.)	
	P	R	P	R	P	R
Минеральный	31	5,1	42	9,4	53	11,5
Навоз	38	6,1	31	6,8	62	13,6
Солома	37	5,9	39	8,7	67	14,8
Сидераты	30	4,9	35	7,8	48	10,6
Солома + сидераты	32	5,2	32	7,0	47	10,3
НСР ₀₅						

P – распространенность, R- развитие в %.

невых гнилей до 4,9,7,0 и 10,3%, против 5,1, 9,4 и 11,5% на минеральном фоне.

Сравнивая урожайность культур в севообороте в зерновых единицах, исследования показали, что внесение полуперепревшего навоза, измельченной соломы предшественника, пожнивного сидерата и совместное внесение соломы и сидерата позволили увеличить урожайность озимой ржи на 0,2-5,0 ц, яровой пшеницы – на 1,2-6,8 ц, многолетних трав – на 1,2-7,3 зерновых единиц, яровой пшеницы – на 2,5-5,4 ц, овса – на 2,4-5,3 ц/га (табл. 4). За ротацию севооборота прирост урожайности культур от внесения навоза и растительной биомассы к минеральному фону составил 14,7-

26,4 ц в зерновых единицах. Максимальная прибавка урожая была получена от внесения навоза и соломы и сидерата и составила за ротацию севооборота 26,4 и 26,0 ц.

Экономическая эффективность, рассчитанная по технологическим картам возделывания и приведенная по закупочным ценам 2019 года, показала, что возделывание культур в севообороте с внесением минеральных удобрений, навоза и растительной биомассы растений стало высококорентабельным (110,6 -273,6%), за исключением овса – 39,9-92,5%. Максимальный чистый доход 16117,6 и 15953 руб./га получены при возделывании озимой ржи на фонах с внесением навоза и пожнивного сидера-

Таблица 4 – Урожайность культур в зерновых единицах, ц/га

Фон питания	Озимая рожь (1995-96 гг.)		Яровая пшеница (1996-97 гг.)		Сено многолетних трав (в ср. за 1997-2000 гг.)				Яровая пшеница (2000-01 гг.)		Овес (2001-02 гг.)		Всего, ц
	1995 г.	1996 г.	1996 г.	1997 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2000 г.	2001 г.	2001 г.	2002 г.	
Минеральный	26,9		34,1		23,4				47,0		26,9		158,3
Навоз	31,9		40,1		30,7				51,9		30,1		184,7
Солома	27,1		35,9		24,6				49,5		29,3		166,4
Сидераты	30,8		35,3		25,7				50,8		30,4		173,0
Солома + сидераты	30,1		40,9		28,7				52,4		32,2		184,3
НСР ₀₅	1995 г.	1996 г.	1996 г.	1997 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2000 г.	2001 г.	2001 г.	2002 г.	
	0,2	0,3	0,3	1,2	1,0	0,5	0,4	0,5	0,7	0,6	1,1	1,0	

та, уровень рентабельности составил 171,4 и 183,6 %, против 11300,0 руб./га и 110,6 % на минеральном фоне. На посевах яровой пшеницы (1996-1997 и 2000-2001 гг.) максимальный чистый доход получен от совместного внесения соломы и сидерата 26875,6 и 38375,6 руб./га с уровнем рентабельности 191,6 и 273,6 %, против 17980,0 и 30880,0 руб./га чистого дохода и 111,5 и 191,6 % уровня рентабельности.

В среднем за ротацию севооборота максимальная прибыль от возделывания культур получена на фоне совместного внесения соломы и пожнивного сидерата и составила 22835,6 руб./га, уровень рентабельности составил 162,8 %, против 15540,0 руб./га и 96,4 % на минеральном фоне. Результаты определения энергетической эффективности культур в севообороте по различным фонам питания растений показали, что возделывания озимой ржи наиболее эффективно на фоне совместного внесения соломы и сидерата, получено

энергии с урожаем 22568,6 МДж/га, коэффициент энергетической эффективности составил 1,66, против 15320,0 МДж/га энергии с урожаем и 1,22 коэффициент энергетической эффективности. Аналогичные результаты большей энергетической эффективности при возделывании культур в севообороте получены от совместного внесения соломы и пожнивного сидерата.

Выводы. Варианты с внесением навоза, измельченной соломы и пожнивного сидерата снижали плотность сложения и улучшали содержание структурных агрегатов, больше накапливалось количества пожнивных и корневых остатков в почве, увеличивалось содержание гумуса в почве, растения меньше поражались корневыми гнилями, способствовали повышению урожайности сельскохозяйственных культур в севообороте, оказались экономически и энергетически эффективными.

Литература

1. Лошаков В.Г. Зеленое удобрение как фактор биологизации земледелия и повышения плодородия почвы / В.Г. Лошаков // Агропромышленные технологии Центральной России. – 2016. – №2(2). – С. 65-81.
2. Сычев В.Г. Воспроизводство плодородия почвы при зерновой специализации земледелия в Центральном районе Нечерноземной зоны / В.Г. Сычев, В.Г. Лошаков, Г.Е. Мерзлая, В.А. Романенков. – М.: ВНИИА, 2012. – 48 с.
3. Ряховская Н.И., Влияние сидерата и органоминеральных удобрений на плодородие почвы и урожайность культур севооборота в условиях Камчатского края / Н.И. Ряховская, Н.М. Шалагина, В.В. Гайнатулина, Н.Ю. Аргунеева // Плодородие. – 2015. – № 5. – С. 48–50.
4. Абрамов Н.В. Воспроизводство плодородия почв УРФО / Н.В. Абрамов // АПК России. – 2007. – Т7. – №5. – С. 1055-1065.
5. Синявский И.В. Влияние системы удобрения предшествующих многолетних трав и биологического азота на урожайность яровой пшеницы в условиях лесостепной зоны Челябинской области / И.В. Синявский, Л.Ф. Гузарова // Проблемы аграрного сектора Южного Урала и пути их решения. Челябинск. - 2009. - С. 255–261.
6. Сатаров Г.А. Эффективное плодородие почв и применение зеленых удобрений для его улучшения / Г.А. Сатаров // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2014. – №1. – С.151-157.
7. Кормилицын В.Ф. Развивать сидерацию в Поволжье / В. Ф. Кормилицын // Земледелие. – 1999. – № 1. – С. 28–31.
8. Михайлина В.И. Современные направления использования зеленых удобрений в земледелии / В.И. Михайлина // Достижения с.-х. науки и практики. – 1984. – № 6. – С. 31–38.

Сведения об авторах:

Ахметзянов Марсель Рашидович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, e-mail: marsel-praktika@mail.ru

Таланов Иван Павлович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, e-mail: Talanow.Ivan@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань, Россия.

EFFICIENCY OF GRAIN-CROP ROTATION, DEPENDING ON SEEDING OF MANURE, STRAW AND INTERMEDIATE SIDERATE

Akhmetzyanov M.R., Talanov I.P.

Abstract. The article presents the results of studies on the introduction of manure, straw and intermediate green manure in a grain-grass crop rotation against the background of the introduction of calculated doses of mineral fertilizers on the gray forest soil of the Republic of Tatarstan. The results of studies showed that options with the introduction of manure and plant biomass reduced the soil density in the 0-10 cm layer by 0.02-0.04 g/cm³, in the 10-20 cm layer by 0.03-0.04 g/cm³. The total content of structural aggregates in the variants with the introduction of manure and the joint incorporation of straw and green manure increased to 46.7-72.9%, the structural coefficient was 0.87-2.69, against 44.3-63.9% and 0.79 - 1.77 on the mineral background. The amount of crop and root residues that came into the soil after harvesting perennial grasses more accumulated in the backgrounds with the addition of manure, straw and green manure and amounted to 10.8-12.1 tons per hectare, while the mineral background made up only 10, 11 tons per hectare. Against the same background, an increase in the content of humus in the soil by 0.12-0.16% occurred. Improving the soil fertility of the soil, manure, straw and green manure contributed to an increase in crop yields in crop rotation compared with the mineral background:

winter rye by 0.2-5.0 centner, spring wheat by 1.2-6.8 centner, perennial grasses by 1.2-7.3 grain units, spring wheat – 2.5-5.4 centner, oats - 2.4-5.3 center per hectare. Crop cultivation in a grain-grass crop rotation on the background of the combined application of straw and crop green manure made it possible to get a maximum profit of 22,835.6 rubles per ha with a profitability level of 162.8%, against 15540.0 rubles per ha and a profitability of 96.4% against a mineral background.

Key words: crop rotation, addition density, structure of aggregates, humus, productivity.

References

1. Loshakov V.G. Green fertilizer as a factor in the biologization of agriculture and increasing soil fertility. [Zelenoe udobrenie kak faktor biologizatsii zemledeliya i povysheniya plodorodiya pochvy]. / V.G. Loshakov // *Agropromyshlennye tekhnologii Tsentralnoy Rossii. - Agro-industrial technologies of Central Russia.* - 2016. - №2(2). – P. 65-81.
2. Sychev V.G. *Vosproizvodstvo plodorodiya pochvy pri zernovoy spetsializatsii zemledeliya v Tsentralnom rayone Nechernozemnoy zony.* [Reproduction of soil fertility during grain specialization of agriculture in the Central region of the Non-chernozem zone]. / V.G. Sychev, V.G. Loshakov, G.E. Merzlaya, V.A. Romanenkov // M.: VNIIA, 2012. – P. 48.
3. Ryakhovskaya N.I., The influence of green manure and organic fertilizers on soil fertility and crop productivity in crop rotation in Kamchatka Territory. [Vliyanie siderata i organomineralnykh udobreniy na plodorodie pochvy i urozhaynost kultur sevooborota v usloviyakh Kamchatskogo kraya]. / N.I. Ryakhovskaya, N.M. Shalagina, V.V. Gaynatulina, N.Yu. Arguneeva // *Plodorodie. – Fertility.* - 2015. – № 5. – P. 48–50.
4. Abramov N.V. Reproduction of soil fertility in the Urals Federal District. [Vosproizvodstvo plodorodiya pochv URFO]. / N.V. Abramov // *APK Rossii. - Agribusiness of Russia.* – 2007. –Vol. 7. - №5. – P. 1055-1065.
5. Sinyavskiy I.V. *Vliyanie sistemy udobreniya predshestvuyuschikh mnogoletnikh trav i biologicheskogo azota na urozhaynost yarovoy pshenitsy v usloviyakh lesostepnoy zony Chelyabinskoy oblasti.* // *Problemy agrarnogo sektora Yuzhnogo Urala i puti ikh resheniya.* (The influence of the fertilizer system of previous perennial grasses and biological nitrogen on spring wheat productivity in the forest-steppe zone of Chelyabinsk region. / I.V. Sinyavsky, L.F. Guzaerova // *Problems of the agricultural sector of the South Urals and ways to solve them.*) Chelyabinsk. - 2009. - P. 255–261.
6. Satarov G.A. Effective soil fertility and the use of green fertilizers to improve it. [Effektivnoe plodorodie pochv i primeneniye zelenykh udobreniy dlya ego uluchsheniya]. / G.A. Satarov // *Ulyanovskiy mediko-biologicheskii zhurnal. - Ulyanovsk Medical Biological Journal.* – 2014. - №1. – P. 151-157.
7. Kormilitsyn V.F. To develop sideration in Volga region. [Razvivat sideratsiyu v Povolzhe]. / V.F. Kormilitsyn // *Zemledelie. – Agriculture.* – 1999. – № 1. – P. 28 –31.
8. Mikhaylina V.I. Modern directions of the use of green fertilizers in agriculture. [Sovremennye napravleniya ispolzovaniya zelenykh udobreniy v zemledelii]. / V.I. Mikhaylina // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - Achievements of science and technology of the agricultural sector.* – 1984. – № 6. – P. 31–38.

Authors:

Akhmetzyanov Marsel Raviilovich – Ph.D. of Agricultural Sciences, Associate Professor, e-mail: marsel-praktika@mail.ru
Talanov Ivan Pavlovich - Doctor of Agricultural Sciences, Professor, e-mail: Talanow.Ivan@yandex.ru