

ВЛИЯНИЕ МНОГОЛЕТНЕГО ВНЕСЕНИЯ СОЛОМЫ И ЗЕЛЕННОГО УДОБРЕНИЯ НА УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ЗЕРНОПАРОВОМ СЕВООБОРОТЕ

¹И.Б. Сорокин, доктор сельскохозяйственных наук

²Н.Ю. Николаева, кандидат биологических наук, доцент

¹Е.А. Валетова, кандидат биологических наук

²Ю.В. Чудинова, доктор биологических наук, доцент

¹ФГБУ Станция агрохимической службы Томская,
Томск, Россия,

²Томский сельскохозяйственный институт – филиал ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ,
Томск, Россия

E-mail: sastom@mail.ru

Ключевые слова: биологизация земледелия, сидеральный пар, зеленое удобрение, солома, урожайность

Реферат. *Исследования, проведенные в полевом стационарном опыте агрохимической службы, доказывают преимущество направления биологизации земледелия с применением в качестве удобрения биоресурсов агроценозов (соломы и сидератов). Регулярное их внесение проявило устойчивую тенденцию к повышению урожайности зерновых культур. При внесении соломы с азотом в течение 20 лет прибавка урожая достоверна – 5,0 ц/га (26,8%); применение сидерального пара на фоне регулярного внесения соломы обеспечило повышение урожайности зерновых культур на 3,6 ц/га (20,6%), что также существенно выше, чем при внесении одной соломы без азота, которое обеспечило устойчивую тенденцию среднесугодней прибавки урожайности на 1,1 ц/га (6,3%). За четыре ротации (2000–2019 гг.) зернопарового севооборота в условиях Томской области наблюдается возрастающая эффективность сидерального пара и регулярного применения соломы в качестве удобрения, что приводит к сохранению почвенного плодородия и повышению урожайности зерновых культур по сравнению с чистым паром: в первую ротацию урожайность зерновых культур в этих вариантах была на одном уровне, во вторую ротацию урожайность после сидерального пара была выше на 11,7%, чем после чистого пара, в третью ротацию – на 18% и в четвертую ротацию сидеральный пар оказался лучше чистого пара по урожайности зерновых культур на 40%. Результаты исследований статистически обработаны методом дисперсионного анализа с использованием программы SNEDEKOR.*

THE IMPACT OF MULTI-YEAR STRAW AND GREEN FERTILISER APPLICATION ON GRAIN YIELDS IN A GRAIN STEAM CROP ROTATION

¹I.B. Sorokin, Doctor of Agricultural Sciences

²N.Yu. Nikolaeva, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

¹E.A. Valetova, PhD in Biological Sciences

²Y.V. Chudinova, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor

¹Federal State Budgetary Institution “Tomsk Agrochemical Service Station” Tomsk, Russia,

²Tomsk Agricultural Institute – Branch of Novosibirsk State Agrarian University, Tomsk, Russia

Keywords: biological farming, green manure fallow, green fertiliser, straw, yields

Abstract. *The research proves the advantage of the direction of biological farming using agroecosystem bioresources (straw and green manure) as fertiliser. These studies were carried out in a field stationary experiment of the agrochemical service. Regular application of fertilisers showed a stable ten-*

gency to increase grain crop yields. At applying straw with nitrogen for 20 years, the yield increase is reliable 5.0 c/ha (26.8%). The application of green manure fallow on the background of regular application of straw provided an increase in grain yield by 3.6 c/ha (20.6%), which is also significantly higher than the application of straw alone without nitrogen, which provided a steady trend of the average annual increase in yield by 1.1 c/ha (6.3%). Over four rotations (2000-2019) of grain and fallow crop rotation in the conditions of the Tomsk region, there is increasing efficiency of green manure fallow and regular use of straw as a fertiliser. This efficiency leads to the preservation of soil fertility and increased grain crop yields compared with pure fallow. In the first rotation, the grain yield in these variants was at the same level. In the second rotation, the outcome after green manure fallow was higher by 11.7% than after pure fallow. In the third rotation, the yield was 18% higher. In the fourth rotation, the green manure fallow was better than pure fallow in grain yield by 40%. The results were statistically processed by analysis of variance using SNEDEKOR software.

Основой существования почвы как природного ресурса является воспроизводство в ней органического вещества. Дефицит органического вещества в почве, падение его содержания и качества приводит к снижению уровня почвенного плодородия, ухудшению агрохимических, агрофизических и биологических свойств почвы, её экологического состояния и уменьшению урожая.

В условиях недостаточного применения минеральных и дефицита традиционных органических удобрений основным ресурсом для воспроизводства плодородия пахотных почв является биологизация систем земледелия с насыщением севооборотов зернобобовыми и сидеральными культурами, многолетними травами, применением в качестве удобрения соломы и других послеуборочных остатков [2–5].

Наиболее перспективным направлением сохранения и воспроизводства плодородия почв, ресурсосбережения, охраны природы, повышения урожайности сельскохозяйственных культур является переход к адаптивно-ландшафтному земледелию, в котором главная роль отводится правильно организованным и биологически ориентированным севооборотам [6].

Использование соломы в качестве удобрения и энергетического материала для развития процессов почвообразования позволяет более чем вдвое увеличить поступление органического вещества в почву с корневыми и пожнивными остатками, обеспечивает ведение

экологически сбалансированного, энергосберегающего и безопасного земледелия [7–10].

Введение в зерновой севооборот в качестве предшественника кормового люпина, клевера, викоовсяной смеси, ярового и озимого рапса снижает пораженность зерновых культур корневыми гнилями в 5–6 раз [11].

Особенно ценным является зеленое удобрение из бобовых культур, способных обогащать почву азотом за счет фиксации азота атмосферы клубеньковыми бактериями. Бобовые культуры способны накапливать в почве более 10 т/га органического вещества [12]. Важно и то, что удобрение почвы азотом, накопленным бобовыми растениями, не требует дополнительных затрат. Из культур, возделываемых на зеленое удобрение, интерес также представляют растения семейства капустных как наиболее адаптированные для возделывания в различных почвенно-климатических зонах нашей страны [13].

Под влиянием зеленого удобрения снижается кислотность почв, улучшается углеродное питание растений, активизируется почвенная микрофлора, что повышает биологическую и поглотительную способность почвы [14, 15].

Перейти к расширенному воспроизводству почвенного плодородия в севооборотах позволяет комплексное использование в качестве удобрения биоресурсов агроценозов, таких как пожнивные остатки, солома, сидеральные пары и пожнивные сидераты. Применение органических удобрений растительного происхождения способствует под-

держанию биоразнообразия микроорганизмов и мезофауны, в результате деятельности микроорганизмов осуществляется круговорот биогенных веществ, возрастает способность почвы к самоочищению. Накопление микробной массы, сохранение и увеличение содержания органического вещества создает благоприятный фон для возделывания сельскохозяйственных культур [16–20].

Цель наших исследований состояла в изучении влияния биоресурсов агроценозов на урожайность зерновых культур в подтаежной зоне Западной Сибири.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевой стационарный опыт был заложен в 1999 г. у с. Новоархангельское (Томский район) в производственных условиях на серой лесной тяжелосуглинистой почве (содержание гумуса 3,6%, P_2O_5 – 17,1 мг/100 г, K_2O – 9,7 мг/100 г, $pH_{\text{сол}}$ 4,8). Изучали способы использования биоресурсов агроценозов: регулярного внесения соломы (5 т/га) и сидерата (4 раза в каждую ротацию) в сравнении с чистым паром. Схема опыта: 1) контроль (без удобрений); 2) N_{45} ; 3) солома + N_{45} ; 4) солома; 5) солома + сидерат. Многолетние изменения серой лесной почвы и влияние удобрений на урожайность зерновых культур изучали в четырех ротациях (2000–2019 гг.) зернопарового севооборота.

Повторность опыта четырехкратная, размещение вариантов опыта одноярусное, систематическое. Общая площадь делянки – 67,5 м² (15 х 4,5 м), площадь учетных площадок – 1 м².

В опыте ежегодно вносили минеральный азот весной под предпосевную культивацию и солому после уборки зерновой культуры. На делянках, где не предусмотрено внесение соломы, ее удаляли. В 5-м варианте (солома 5 т/га + сидерат) в каждую ротацию севооборота применяли зеленое удобрение, в то время как в других вариантах опыта и в контроле – чистый пар.

Обработка почвы до 2007 г. – отвальная вспашка, а затем – минимальная.

Закладка опыта, основные методы организации и техника полевого опыта в производственной обстановке осуществлялись по Методике полевого опыта В.А. Доспехова [21] с доработками и изменениями, которые проводились непосредственно в производственных условиях и отвечают конкретным задачам самого материального производства.

Лабораторные испытания проводились в соответствии с ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение pH по методу ЦИНАО; ГОСТ 28268-89. Почвы. Методы определения влажности; ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова; ГОСТ 26951-86. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом; ГОСТ 26489-85. Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО; ГОСТ 26213-91. Почвы. Определение органического вещества.

Результаты исследований статистически обработаны методом дисперсионного анализа с использованием программы SNEDEKOR.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Солома практически никогда не разлагалась в почве за один год, даже в южных регионах. В этом заключается ее полезное свойство в большей мере повышать содержание гумуса, чем при быстрой минерализации. Азотные удобрения рекомендуется вносить при этом для восполнения азота в почве, который потребляют микроорганизмы, активно размножающиеся при внесении соломы. Причем иммобилизация азота в наших опытах наблюдалась лишь в первый год внесения соломы, если ранее она не вносилась [22]. При регулярном ежегодном внесении соломы достигается баланс азота, потребляемого почвенными микробами и возвращающегося в почву при естественном отмирании микробов. Это ярко доказывает многолетний стационарный опыт по изучению регулярного внесения соломы

и применения сидерального пара в сравнении с чистым паром в зернопаровом севообороте (табл. 1). Вариант с регулярным внесением после зерновых культур соломы 5 т/га без азота не только не снижал урожайность, но имел устойчивую тенденцию к повышению урожайности до 8–10%. На серой оподзоленной почве стационара «Новоархангельское» регулярное внесение (с 2000 по 2019 г.) соломы без азота обеспечило устойчивую среднесуточную прибавку урожайности на 1,1 ц/га (6,3%).

При внесении соломы с азотом прибавка урожая достоверная – 5,0 ц/га и максималь-

ная в данном опыте – на 26,8%. По сравнению со 2-м вариантом, где вносился только минеральный азот (без соломы), разница незначительна. Минеральный азот обеспечивает прибавку урожайности, но не обеспечивает воспроизводства почвенного плодородия. Очевидно, в большей мере сказывается восполнение недостатка азота в агроценозе, но и солома здесь обеспечивает тенденцию к прибавке урожайности. Однако внесения только соломы даже в максимальном количестве, производимом в агроценозе Сибири, для сохранения плодородия явно недостаточно.

Таблица 1

Влияние регулярного внесения соломы (5 т/га) и сидерата на урожайность зерновых культур (Новоархангельское, 2001 – 2019 гг.), ц/га
Effect of regular application of straw (5 t/ha) and green manure fallow on cereal yields (Novoarkhangelskoye, 2001 – 2019), c/ha

Год	Культура	Вариант					НСР _{0,5}
		1. Контроль	2. N ₄₅	3. Солома + N ₄₅	4. Солома	5. Солома + сидерат	
2001	Яровая пшеница	21,0	22,5	20,5	21,7	29,8	3,8
2002	Овес	8,8	18,4	20,2	13,1	9,5	2,5
2003	Яровая пшеница	13,9	21,1	22,0	14,1	16,7	4,6
2005	Ячмень	26,3	24,1	25,0	23,7	33,1	4,1
2006	Яровая пшеница	10,3	10,3	10,0	10,4	12,6	3,3
2008	Озимая пшеница	19,3	27,5	30,7	28,4	28,8	5,0
2009	Яровая пшеница	29,7	33,5	36,2	29,8	24,8	3,2
2010	Яровая пшеница	23,4	26,9	27,5	24,5	22,5	2,9
2012	Ячмень	10,7	9,5	10,8	10,1	18,2	5,5
2013	Овес	19,1	21,1	21,9	16,6	20,9	10,3
2014	Овес	21,0	22,6	26,5	17,4	20,6	4,6
2015	Яровая пшеница	8,7	12,1	12,3	8,7	10,6	2,6
2018	Ячмень	9,3	12,8	18,5	16,7	15,1	3,9
2019	Овес	24,1	36,0	33,3	25,6	31,8	6,8
Средняя урожайность за 2001–2019 гг.		17,5	21,3	22,5	18,6	21,1	
Прибавка	ц/га	-	+3,8	+5,0	+1,1	+3,6	2,4
	%	-	21,7	28,6	6,3	20,6	

Примечание. 2000, 2004, 2011, 2016 гг. – сидеральный пар (5-й вариант); 2007 г. – внеплановый чистый пар; 2017 г. – нет данных

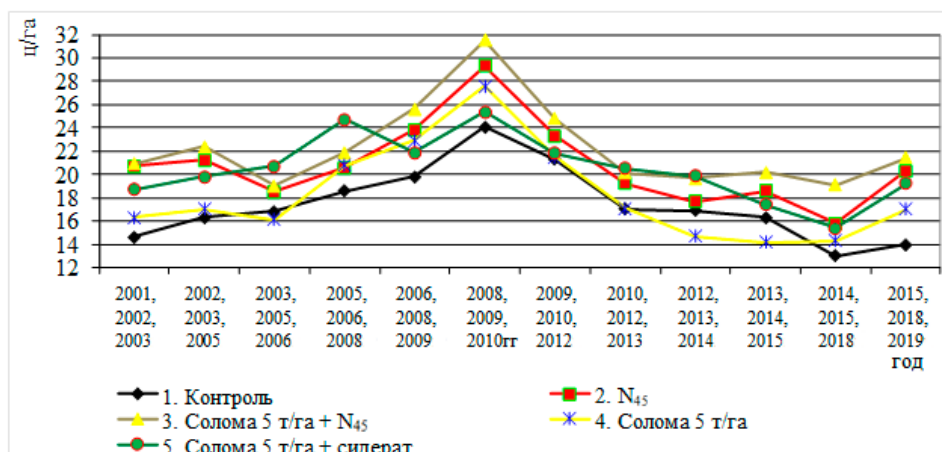


Рис. 1. Влияние многолетнего внесения минерального азота, соломы (5т/га) и сидерата на урожайность зерновых культур в скользящих средних с периодом данных за три года

Figure 1. Effect of multi-year application of mineral nitrogen, straw (5t/ha) and green manure fallow on grain crop yields in moving averages with a period of data for three years

Применение сидерального пара на фоне регулярного внесения соломы обеспечило среднемноголетнее повышение урожайности зерновых культур на 3,6 ц/га (на 20,6%), что существенно выше, чем при внесении одной соломы. Таким образом, применение сидерального пара в каждую ротацию зернопарового севооборота (вместо чистого пара) на фоне регулярного внесения соломы позволяет решить задачу сохранения почвенного плодородия и повышения урожайности зерновых культур. Комплексное использование сидерального пара и регулярного внесения соломы обеспечивало сохранение почвенного органического вещества (гумуса) без многолетнего снижения, как в других вариантах опыта, где наблюдалось уменьшение содержания органического вещества [23].

Метод скользящих средних с периодом данных за три года наглядно показывает в динамике основные изменения урожайности в период исследований (рис. 1). Рост урожайности в вариантах опыта до периода 2008–2010 гг. сменился общим снижением урожайности. Это связано с изменением технологического цикла возделывания сельскохозяйственных культур в хозяйстве: отказ от отвальной вспашки и переход к минимальной (поверхностной) системе обработки почвы после 2007 г. Однако варианты с внесением минерального азота и с применением сиде-

рального пара обеспечивали стабильно более высокую урожайность.

В этом опыте 4 раза вносили сидерат – в каждую ротацию зернопарового севооборота. Но влияние на урожайность комплексного внесения сидерата и регулярно – соломы со временем изменялось. Это показывает анализ средней урожайности по 4 ротациям севооборота – после каждого применения сидерального пара (рис. 2). Если в 1-ю ротацию севооборота урожайность после применения двух видов пара (чистого пара – в контроле и сидерального – в 5-м варианте) была одинаковой, то во 2-ю ротацию урожайность после сидерального пара была на 11,7% выше, после 3-го внесения сидерата урожайность увеличилась на 18%, а после 4-го внесения сидерата – на 40% по сравнению с чистым паром по данным урожайности зерновых культур за 2 года (2018–2019 гг.). Вероятно, 2020 г. внесет коррективы в среднюю урожайность за ротацию, но тенденция к увеличению со временем разницы между чистым паром и сидеральным сохранится.

Чистый пар без внесения удобрений способствует со временем снижению плодородия, т.к. почвенное органическое вещество минерализуется, а органические удобрения не вносятся. При применении сидерального пара с регулярным внесением в почву соломы плодородие почвы и урожайность сохраняются на более высоком уровне.

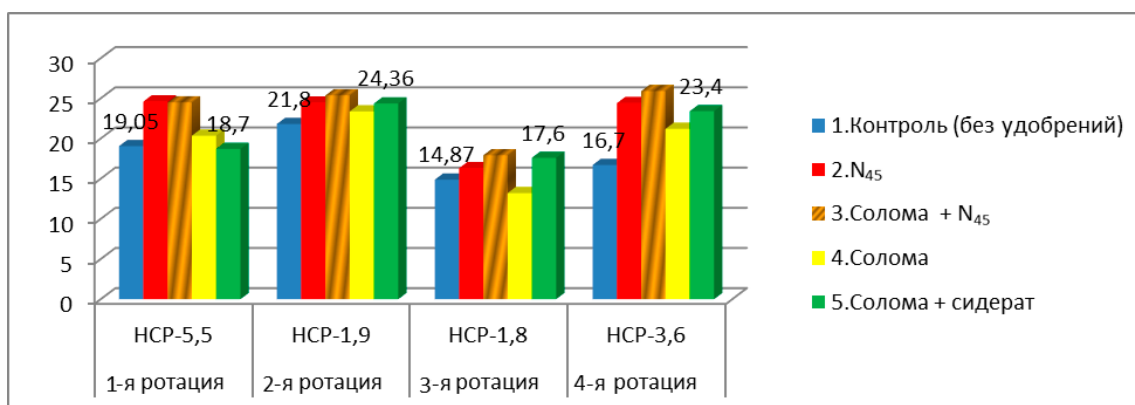


Рис. 2. Влияние регулярного внесения N₄₅, соломы и применения сидерального пара (5-й вариант) за 4 ротации в зернопаровом севообороте на урожайность зерновых культур в полевом опыте на стационаре «Новоархангельское»

Figure 2. Effect of regular application of N₄₅, straw and application of green manure fallow (5th option) for four rotations in grain-crop rotation on grain crop yields in a field experiment at the «Novoarkhangel'skoye» station

Таким образом, за 19 лет исследований результаты опыта в динамике показывают возрастающее преимущество сидерального пара над чистым паром в повышении урожайности зерновых культур.

ВЫВОДЫ

1. На серой оподзоленной почве регулярное многолетнее внесение (с 2000 по 2019 г.) соломы без минерального азота обеспечило среднемноголетнюю прибавку урожайности на 1,1 ц/га (6,3%). Прибавка статистически недостоверна, но не наблюдалось снижения урожайности от азотного голодания в результате иммобилизации азота в почве микроорганизмами при внесении соломы без минерального азота. Урожайность здесь статистически на уровне контроля – без внесения удобрений. Следовательно, при регулярном многолетнем внесении соломы без минерального азота явления азотного голодания, вызванного иммобилизацией азота микроорганизмами, не происходит.

2. При внесении соломы с азотом прибавка урожая достоверна – 5,0 ц/га (на 26,8%).

Применение сидерального пара на фоне регулярного внесения соломы обеспечило среднемноголетнее повышение урожайности зерновых культур на 3,6 ц/га (на 20,6%), что существенно выше, чем при внесении одной соломы. Таким образом, использование сидерального пара в каждую ротацию зернопарового севооборота (вместо чистого пара) на фоне регулярного внесения соломы позволяет решить задачу сохранения почвенного плодородия и повышения урожайности зерновых культур.

3. За 19 лет исследований результаты опыта в динамике показывают возрастающее преимущество сидерального пара над чистым в повышении урожайности зерновых культур. В 1-ю ротацию севооборота урожайность после применения двух видов пара (чистого пара в контроле и сидерального в 5-м варианте) была одинаковой, во 2-ю ротацию урожайность после сидерального пара была на 11,7% выше, после 3-го внесения сидерата – увеличилась на 18%, после 4-го внесения сидерата – на 40% по сравнению с чистым паром по данным урожайности зерновых культур за 2 года (2018–2019 гг.).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черкасов Г.Н., Масютенко Н.П., Чуян О.Г. Сохранение и воспроизводство плодородия почв в ландшафтном земледелии // Сохранение и воспроизводство плодородия почв в адаптивно-ландшафтном земледелии: сб. докл. Всерос. науч.-практ. конф. ГНУ Всерос. НИИ зем-

- леделия и защиты почв от эрозии РАСХН. 13-15 сент. 2011 г. – Курск: ГНУ ВНИИЗиЗ-ПЭ РАСХН, 2011. – С. 3–7.
2. *Зеленев А.В.* Биологизированные севообороты Нижнего Поволжья // *Земледелие*. – 2007. – №3 (39). – С. 35–37.
 3. *Русакова И.В., Шабардина Н.П.* Биологические показатели плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы и урожайность культур зернопропашного севооборота при использовании соломы и пожнивного сидерата // *Проблемы агрохимии и экологии*. – 2012. – № 2. – С. 8–12.
 4. *Лебедева Т.Б., Арефьева М.В., Арефьев А.Н.* Использование соломы для улучшения гумусного состояния почв // *Нива Поволжья*. – 2008. – № 1(6). – С. 12–16.
 5. *Беляев В.Е., Скорочкин Ю.П., Полянский Н.А.* Ресурсосберегающие агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур в Тамбовской области // *Вестник МичГАУ*. – 2014. – № 3. – С. 23–26.
 6. *Соснина И., Фомин Д.* Влияние видов пара и уровней питания на продуктивность озимой ржи // *Главный агроном*. – 2012. – № 9. – С. 11–13.
 7. *Левин Ф.И.* Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции // *Агрохимия*. – 1977. – №8. – С. 3–42.
 8. *Роль сидератов в экологизации и биологизации земледелия / Н.С. Матюк, Г.Д. Гогмачадзе, С.С. Солдатов, В.Г. Безуглов // АгроЭкоИнфо*. – 2010. – № 1(6). – С. 1.
 9. *Абашев В.Д., Козлова Л.М.* Сидераты в адаптивном земледелии // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. – 2005. – № 6. – С. 169–178.
 10. *The effects of green manures on yields and yield quality of spring wheat / L. Talgre, E. Lauringson, H. Roostalu, A. Astover // Agronomy Research*. – 2009. – № 7(1). – P. 125–132.
 11. *Влияние биологических факторов на формирование фитосанитарного состояния почвы при возделывании ячменя / Н.Н. Апаева, П.И. Леонтьев, Г.П. Мартынова, С.А. Замятин // АгроXXI*. – 2010. – № 10–12. – С. 39–41.
 12. *Королёв Н.Н., Морозова Е.В., Коржов С.И.* Применение сидератов в севооборотах // *Аграрная наука – сельскому хозяйству: III Междунар. науч.–практ. конф.: сб. ст. в 3 кн.* – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – Кн. 1. – С. 93–96.
 13. *Шапкина Г.С.* Подбор культур для промежуточных посевов // *Земледелие*. – 1990. – № 10. – С. 36–37.
 14. *Довбан К.И.* Зеленое удобрение. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с.
 15. *Кормовые бобы – сидераты (зелёные удобрения) [Электронный ресурс]*. – Режим доступа: <http://www.tsvetnik.info/green-manure/vicia.htm> (дата обращения: 17.05.2017).
 16. *Колобков Е.В.* Микробиологическая активность почвы как фактор оценки биологизированных севооборотов // *Аграрный вестник Урала*. – 2012. – № 2(94). – С. 4–6.
 17. *Надежкин С.Н., Нурмухаметов Н.М.* Влияние соломы и сидерата на микробиологическую активность почвы и урожайность сельскохозяйственных культур // *Вестник БГАУ*. – 2005. – №6. – С. 3–7.
 18. *Влияние растительных органических удобрений на целлюлозоразлагающую активность почвы / Е.А. Сиротина, И.Б. Сорокин, Л.Д. Проскурина, Л.В. Петрова / Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. 29-30 мая, г. Улан-Батор (Монголия)*. – 2013. – Ч. 1. – С. 153–154.
 19. *Демина О.Н., Еремин Д.И.* Влияние минеральных удобрений на нитратный режим и нитрификацию чернозема выщелоченного в Северном Зауралье // *Агрохимический вестник*. – 2021. – № 2. – С. 10–14.

20. Ахтямова А.А., Еремин Д.И. Влияние агрохимикатов на высвобождение питательных веществ из соломы, расположенной на поверхности пахотного чернозема // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2019. – № 3(58). – С. 43–47.
21. Доспехов В.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 341 с.
22. Сорокин И.Б., Титова Э.В., Касимова Л.В. Растительное органическое вещество как основа почвенного плодородия // Земледелие. – 2008. – № 1. – С. 14–15.
23. Сорокин И.Б., Титова Э.В., Сиروتина Е.А. Биоресурсы в агроценозах подтаежной зоны Томской области // Проблемы агрохимии и экологии. – 2012. – №3. – С. 26–30.

REFERENCES

1. Cherkasov G.N., Masjutenko N.P., Chuhan O.G. *Sohranenie i vosproizvodstvo plodorodija pochv v adaptivno-landshaftnom zemledelii*, Proceedings of the Conference Title, Kursk: GNU VNIIZiZ-PJe RASHN, 2011, pp. 3–7. (In Russ.)
2. Zelenev A.V., *Zemledelie*, 2007, No. 3 (39), pp. 35–37. (In Russ.)
3. Rusakova I.V., Shabardina N.P., *Problemy agrohimii i jekologii*, 2012, No. 2, pp. 8–12. (In Russ.)
4. Lebedeva T.B., Aref'eva M.V., Aref'ev A.N., *Niva Povolzh'ja*, 2008, No. 1(6), pp. 12–16. (In Russ.)
5. Beljaev V.E., Skorochkin Ju.P., Poljanskij N.A., *Vestnik MichGAU*, 2014, No. 3, pp. 23–26. (In Russ.)
6. Sosnina I., Fomin D., *Glavnyj agronom*, 2012, No. 9, pp. 11–13. (In Russ.)
7. Levin F.I., *Agrohimija*, 1977, No. 8, pp. 3–42. (In Russ.)
8. Matjuk N.S., Gogmachadze G.D., Soldatova S.S., Bezuglov V.G., *AgroJekoInfo*, 2010, No. 1(6), pp. 1. (In Russ.)
9. Abashev V.D., Kozlova L.M., *Agrarnaja nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2005, No. 6, pp. 169–178. (In Russ.)
10. Talgre L., Lauringson E., Roostalu H., Astover A., The effects of green manures on yields and yield quality of spring wheat, *Agronomy Research*, 2009, No. 7(1). pp. 125–132.
11. Apaeva N.N., Leont'ev P.I., Martynova G.P., Zamjatin S.A., *AgroXXI*, 2010, No. 10–12, pp. 39–41. (In Russ.)
12. Koroljov N.N., Morozova E.V., Korzhov S.I., *Agrarnaja nauka – sel'skomu hozjajstvu*, Proceedings of the Conference Title, Barnaul: Izd-vo AGAU, 2008, Kn. 1, pp. 93–96. (In Russ.)
13. Shapkina G.S., *Zemledelie*, 1990, No. 10, pp. 36–37. (In Russ.)
14. Dovban K.I., *Zelenoe udobrenie* (Green fertilizer), Moscow: Agropromizdat, 1990, 208 p.
15. *Kormovye boby – sideraty (zeljonye udobrenija)*, URL: <http://www.tsvetnik.info/green-manure/vicia.htm>, (data obrashhenija 17.05.2017).
16. Kolobkov E.V., *Agrarnyj vestnik Urala*, 2012, No. 2(94), pp. 4–6. (In Russ.)
17. Nadezhkin S.N., Nurmuhametov N.M., *Vestnik BGAU*, 2005, No. 6, pp. 3–7. (In Russ.)
18. Sirotina E.A., Sorokin I.B., Proskurina L.D., Petrova L.V., *Agrarnaja nauka – sel'skohozejstvennomu proizvodstvu Sibiri, Mongolii, Kazahstana i Bolgarii*, Proceedings of the Conference Title, 2013, Ch. 1, pp. 153–154. (In Russ.)
19. Demina O.N., Eremin D.I., *Agrochemical Bulletin*, 2021, No. 2, pp. 10–14. (In Russ.)
20. Akhtyamova A.A., Eremin D.I., *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, 2019, No. 3 (58), pp. 43–47. (In Russ.)
21. Dospexhov V.A., *Metodika polevogo opyta* (Field experiment technique), Moscow: Agropromizdat, 1985, pp. 341.
22. Sorokin I.B., Titova E.V., Kasimova L.V., *Zemledelie*, 2008, No. 1, pp. 14–15. (In Russ.)
23. Sorokin I.B., Titova E.V., Sirotina E.A., *Problemy agrohimii i ekologii*, 2012, No. 3, pp. 26–30. (In Russ.)