

УДК 633.14:631.585

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ВОДНЫЙ РЕЖИМ  
ПОЧВЫ ОЗИМОЙ РЖИ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ  
ПО РАЗЛИЧНЫМ ПАРОВЫМ ПРЕДШЕСТВЕННИКАМ****А. Н. Кузьминых, Г. И. Пашкова***Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола***MICROBIOLOGICAL ACTIVITY AND WATER REGIME OF THE SOIL  
OF WINTER RYE, CULTIVATED ON DIFFERENT FALLOW PREDECESSORS****A. N. Kuzminykh, G. I. Pashkova***Mari State University, Yoshkar-Ola*

Одной из причин нестабильности высоких урожаев сельскохозяйственных культур в Нечерноземной зоне России является низкий уровень плодородия почв. В последние годы в связи с резким сокращением использования сельхозпредприятиями страны органических и минеральных удобрений эта проблема стала еще актуальней. Поэтому агрономическая наука стала уделять больше внимания изучению проблем биологизации земледелия, позволяющая создавать высокопродуктивные и экологически устойчивые агроэкосистемы, более полно и рационально использовать биоценологический потенциал агроценоза и природные ресурсы региона. В Нечерноземной зоне РФ озимую рожь в севооборотах главным образом размещают по чистому, занятому и реже – сидеральному парам, значение которого в последние годы возрастает. Сидерация паров, как агротехнический прием, может стать основным направлением биологизации земледелия и получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Проведены исследования по изучению влияния чистого, сидерального, занятого паров и перелога на биологические свойства и водный режим почвы озимой ржи в условиях Республики Марий Эл. Выявлено, что погодные условия вегетационного периода Республики Марий Эл позволяют возделывать озимую рожь по сидеральному пару. При своевременной запашке сидерата количество продуктивной влаги в почве перед посевом озимых культур достаточно. Являясь пищевым и энергетическим материалом для почвенной микрофлоры, запахиваемая органическая масса зеленых удобрений способствует существенному повышению микробиологической активности почвы. Замена чистого и занятого паров сидеральным и возделывание по нему озимой ржи позволяет получать достоверное увеличение урожайности зерна.

**Ключевые слова:** чистый пар, сидеральный пар, занятый пар, перелог, микробиологическая активность почвы, водный режим, озимая рожь

One of the reasons of instability of high crops of agricultural crops in the Non-Chernozem zone of Russia is the low level of soil fertility. In recent years, due to the sharp reduction in use organic and mineral fertilizers by agricultural enterprises of the country, this problem has become more urgent. Therefore, agronomic science began to pay more attention to the study of the biological agriculture, which allows to create highly productive and environmentally sustainable agro-ecosystems, more fully and rationally use the potential of biocenosis and agrocenosis natural resources of the region. In the Non-Chernozem zone of the Russian Federation winter rye in the rotation mainly placed on complete, occupy and less – green-manured fallows whose value in recent years is increasing. Sideration vapor, as agro-technical reception, can be a major area of biological agriculture and the way of producing high yields of agricultural crops. The researches about of the influence of complete, green-manured, occupy and long fallows on the biological features and water regime soil of winter rye in the conditions of the Republic of Mari El were conducted in this study. It is revealed that the weather conditions of the vegetation period of the Republic of Mari El allows cultivation of winter rye on a green-manured fallow. With timely ploughing green manure the amount of productive moisture in soil before sowing of winter crops was sufficient. As food and energy material for soil microorganisms, plough organic matter green manure contributes significant in increasing microbiological activity soil. Replacement of complete and occupy fallows on the green-manured fallow, and cultivation on it winter rye allowed to obtain a statistically significant increase of productivity of grain.

**Keywords:** complete fallow, green-manured fallow, occupy fallow, long fallow, microbiological activity of soil, water regime, winter rye

Нестабильность высоких урожаев сельскохозяйственных культур в Нечерноземной зоне России объясняется главным образом низким уровнем плодородия почв. Если 15–20 лет назад

получение высокой и стабильной растениеводческой продукции в стране решалось в основном за счет применения химических средств, то в последние годы, в связи с нехваткой материальных

ресурсов на приобретение и применение минеральных удобрений и пестицидов, сельскохозяйственные товаропроизводители стали вынуждены искать менее затратные агротехнологии и больше внимания уделять биологизации земледелия. Одним из главных средств биологизации земледелия, сохранения и повышения почвенного плодородия является применение сидерации [4; 6, с. 41].

Биологические процессы, протекающие в почве и интенсивность которых зависит главным образом от количества и качества поступающего в нее органического вещества, являются важным показателем почвенного плодородия [1]. Сидерация способствует интенсивному развитию в пахотном слое почвы сапрофитной микрофлоры, играющей большую роль в минерализации органического вещества и повышении биологической активности почвы, а также являющейся антагонистом почвенных грибов-возбудителей многих болезней культурных растений [5].

Озимая рожь в мировом земледелии имеет важное значение. Несмотря на то, что в последние годы наблюдаются значительные сокращения посевов озимой ржи в мире, Россия занимает лидирующее место по площади посева и валовому сбору зерна. В России в настоящее время озимая рожь высевается примерно на 2 млн га и производится около 3,5–4 млн т зерна в год [3, 7].

В Марий Эл озимую рожь возделывают по чистому, реже занятому парам. И в связи с этим замена чистого пара сидеральным позволит повысить почвенное плодородие и получать в регионе высокие устойчивые урожаи зерна данной культуры.

Цель исследований – изучение влияния паровых предшественников на микробиологическую активность и водный режим почвы озимой ржи в условиях Республики Марий Эл.

Исследования проведены в 2010–2012 гг. в звене севооборота на опытном поле Марийского государственного университета. Озимую рожь возделывали по следующим паровым предшественникам:

- 1) чистый пар (контроль);
- 2) перелог;
- 3) сидеральный пар;
- 4) занятый пар.

Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая, содержание гидролизуемого азота составило 60–75, подвижного фосфора – 220–230 и обменного калия – 100–110 мг/кг, рН<sub>сол.</sub> – 6,1. Повторность опыта – трехкратная.

Расположение повторностей – в один ярус, размещение делянок – систематическое. Общая площадь делянки 60, учетной – 54 м<sup>2</sup>.

На зеленое удобрение и в занятом пару возделывали викоовсяную смесь. Обработка чистого пара велась по типу черного. Уборку парозанимающей культуры и запахку сидерата проводили за месяц до посева озимой ржи. С биологической массой зеленого удобрения и сорно-полевой растительностью перелога в почву вносилось соответственно 3,62 и 1,16 т/га абсолютно-сухого органического вещества, в том числе 186,7 и 48,8 кг/га NPK.

Озимую рожь сорта Татьяна высевали в оптимальные для зоны сроки с нормой 6,0 млн всхожих семян на один гектар. Технология возделывания была общепринятой. Наблюдения, учеты и анализы проводили по соответствующим методикам.

Биологическая активность почвы определяется различными группами микроорганизмов – бактериями, актиномицетами и грибами. Нами была изучена грибная микрофлора пахотного слоя почвы.

Результаты проведенных исследований показали, что в период весеннего отрастания озимой ржи на вариантах опыта в слое почвы 0–20 см содержалось от 11,2 до 22,3 тыс. КОЕ/г п. микромицетов (табл. 1). В фазу колошения культуры наблюдается увеличение количества почвенных грибов – на 37,8–42,4 % в зависимости от варианта. Перед уборкой озимой ржи, в фазу полной спелости, количество почвенных микромицетов уменьшилось на 43,5–60,3 % по сравнению с колошением и 20,1–43,2 % – с весенним отрастанием. При этом количество почвенных грибов составило от 7,5, при размещении озимой ржи по перелогу до 17,9 тыс. КОЕ/г п. – по сидеральному пару.

Исследования выявили, что наибольшее количество почвенных микромицетов в течение вегетации озимой ржи было при возделывании культуры по сидеральному пару. Так, количество почвенной грибной микрофлоры при возделывании озимой ржи по сидеральному пару в период весеннего отрастания было на 73,6 %, в фазу колошения – на 51,2 % и полной спелости – на 102,3 % больше в сравнении с контрольным чистым паром.

Структурный анализ микромицетного состава показал, что среди выделенных грибов есть и сапротрофы и патогены. Из сапротрофов были обнаружены микромицеты родов *Aspergillus spp.*, и *Penicillium spp.*, а также *Rhizopus nigricans* Ehr., *Mucor piriformis* Fisch. и гриб-антагонист *Trichoderma lignorum* (Tode) Harz.

Таблица 1

## Динамика микромицетного состава 0–20 см слоя почвы, тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы

Варианты	Всего	В том числе								
		патогены			сапротрофы					
		<i>Fusarium</i> spp.	<i>Drechslera</i> <i>sorokiniana</i> Sacc.	всего	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Mucor</i> <i>piriformis</i> Fischer	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizopus</i> <i>nigricans</i> Ehr.	<i>Trichoderma</i> spp.	всего
Весеннее отрастание										
Чистый пар (контроль)	13,1	0,2	–	0,2	0,9	0,3	3,7	7,7	0,3	12,9
Перелог	13,2	–	–	–	1,1	–	7,0	4,5	0,6	13,2
Сидеральный пар	22,3	–	–	–	0,8	0,3	9,1	9,0	2,2	22,3
Занятый пар	11,2	0,3	0,1	0,4	0,2	–	2,1	7,6	0,6	10,8
Колошение										
Чистый пар (контроль)	21,5	0,4	–	0,4	1,5	0,2	12,5	6,4	0,5	21,1
Перелог	18,2	–	–	–	1,9	–	10,1	5,0	1,2	18,2
Сидеральный пар	31,7	–	–	–	2,6	0,4	16,0	7,3	5,4	31,7
Занятый пар	19,8	0,7	0,6	1,3	2,1	–	5,6	9,8	1,0	18,5
Полная спелость										
Чистый пар (контроль)	9,3	0,5	–	0,5	0,6	0,1	6,6	0,6	0,9	8,8
Перелог	7,5	–	–	–	0,8	–	6,5	–	0,2	7,5
Сидеральный пар	17,8	–	–	–	1,0	0,2	9,4	5,6	1,6	17,8
Занятый пар	8,9	1,3	0,3	1,6	0,5	–	6,0	0,3	0,5	7,3

Из патогенных грибов на варианте озимой ржи, размещенной по занятому пару, выявлены *Fusarium graminearum* Sch. – 0,3–1,3 и *Drechslera sorokiniana* Sacc. – 0,1–0,6 тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы в зависимости от фазы развития, что составляет соответственно 2,6–14,6 и 0,9–3,4 % от общего количества обнаруженных грибов. На варианте озимой ржи по чистому пару выявлен *Fusarium graminearum* Sch. – 0,1–0,5 тыс. КОЕ/г абс. сухой почвы, в зависимости от фазы развития, составляющий 0,7–1,8 % от всего количества почвенных микромицетов.

Интенсивность разложения клетчатки целлюлозоразлагающими микроорганизмами является показателем, характеризующим общую активность почвенной биоты. Нами аппликационным методом, по Е. Н. Мишустину, была определена микробиологическая активность почвы (табл. 2). Микробиологическая активность пахотного слоя почвы, по результатам исследований, в вариантах опыта в целом была высокой. При этом более сильная активность почвенных микроорганизмов наблюдалась на варианте озимой ржи, возделываемой по сидеральному пару, – разложилось 86,0 % льняного полотна, и степень активности при этом была очень сильной. На остальных вариантах процент разложившейся ткани был на 18,5–32,2 % ниже и составил от 53,8 до 64,7 %, но при этом

степень микробиологической активности почвы оставалась сильной.

Таблица 2

## Микробиологическая активность 0–20 см слоя почвы

Паровой предшественник	Доля разложившейся ткани, %	Степень активности (по Е. Н. Мишустину)
Чистый пар (контроль)	54,6	сильная
Перелог	64,7	сильная
Сидеральный пар	86,0	очень сильная
Занятый пар	53,8	сильная
НСР <sub>05</sub>	4,9	

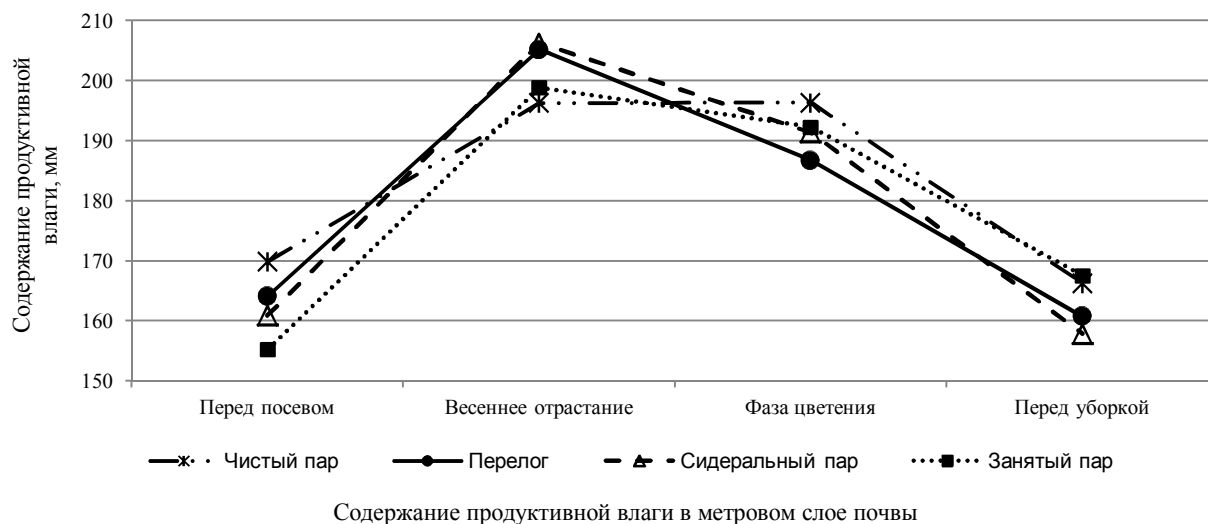
Применение сидерации, как показали исследования, существенно повышало микробиологическую активность почвы. В сравнении с контрольным чистым паром, в среднем за годы исследований, сидерация увеличивала степень разложения льнополотна в 1,5 раза.

Активность почвенных микроорганизмов, их качественный и количественный состав определяется как наличием в почве органического вещества, являющегося им пищевым и энергетическим материалом, так и влажностью, аэрацией и реакцией почвы.

Одним из ограничивающих факторов выращивания озимых хлебов по занятым парам является также то, что парозанимающие культуры сильно иссушают почву, особенно это наблюдается тогда, когда ее убирают незадолго до посева основной. Установлено, что для роста и развития большинства сельскохозяйственных культур содержание продуктивной влаги в метровом слое почвы считается очень хорошим, если ее количест-

во составляет более 160, хорошим – 130–160, удовлетворительным – 90–130 и плохим – 60–90 мм [2].

В среднем за годы исследований перед посевом озимой ржи в метровом слое почвы было продуктивной влаги в достаточном количестве – 155,3–169,9 мм, в том числе в пахотном слое почвы – 32,0–35,5 мм. При весеннем отрастании озимой ржи количество влаги на вариантах опыта составило 196,3–205,2 мм (рис.).



В течение вегетации озимой ржи обеспеченность почвы продуктивной влагой была в целом хорошей. Больше потребление озимой рожью почвенной влаги отмечалось при возделывании ее по чистому и сидеральному парам. Но при этом разница в содержании влаги между изучаемыми вариантами по фазам роста и развития озимой ржи была незначительной.

Результаты проведенных исследований показали, что возделывание озимой ржи по сидеральному пару позволяет получать существенную прибавку урожая зерна (табл. 3).

ная урожайность зерна озимой ржи была при посеве по занятому пару – 1,83 т/га.

Более высокая урожайность зерна озимой ржи, возделываемой при использовании сидерации, по данным анализа структуры урожая, обеспечивается такими элементами, как продуктивной кустистостью – 3,3, количеством зерен в колосе – 39,9 шт. и массой 1000 зерен – 40,9 г (табл. 4). На остальных вариантах показатели структуры урожая были несколько ниже.

Таблица 3  
Урожайность зерна озимой ржи

Паровой предшественник	Урожайность, т/га	+, – к контролю, кг/га
Чистый пар (контроль)	1,89	–
Перелог	1,99	+10
Сидеральный пар	2,72	+830
Занятый пар	1,83	–60
НСР <sub>05</sub>	0,15	

Так, урожайность зерна озимой ржи по сидеральному пару составила 2,72 т/га. При этом прибавка к контролю составила 830 кг/га. Минималь-

Таблица 4  
Структура урожая озимой ржи

Паровой предшественник	Продуктивная кустистость	Длина колоса, см	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г
Чистый пар (контроль)	3,1	8,9	34,0	39,9
Перелог	2,9	8,7	33,9	37,3
Сидеральный пар	3,3	10,2	39,9	40,9
Занятый пар	3,2	8,2	35,4	39,0

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Являясь пищевым и энергетическим материалом для почвенной микрофлоры, запахи органической массы зеленых удобрений способствует

существенному увеличению количества почвенных микромицетов, в том числе и антагонистов грибов – возбудителей болезней растений, повышает показатель общей биологической активности почвы.

2. Погодные условия вегетационного периода Республики Марий Эл позволяют выращивать культуры на сидерат в занятом пару. При своевре-

менной запашке зеленого удобрения количество продуктивной влаги в почве перед посевом озимых хлебов достаточно.

3. Замена чистого и занятого паров сидеральным и возделывание по нему озимой ржи позволяет получать существенное увеличение урожайности зерна.

### Литература

1. Бегулов М. Ш. Сидераты повышают качество зерна // Земледелие. 1998. № 2.
2. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
3. Гончаренко А. А. Производство и селекция озимой ржи в России // Зерновое хозяйство России. 2010. № 4. С. 26–33.
4. Довбан К. И. Зеленое удобрение. М.: Агропромиздат, 1990. 208 с.
5. Завалин А. А., Пасынков А. В., Пономарев М. И. Роль бобовых культур в земледелии Кировской области // Агрохимия. 2002. № 6. С. 66–71.
6. Кузьминых А. Н. Сидераты – важный резерв сохранения плодородия почвы // Земледелие. 2011. № 4.
7. Рожь – национальное достояние страны // Ежедневное аграрное обозрение. URL: <http://agroobzor.ru/rast/a-112.html>

### References

1. Begulov M. Sh. Sideraty povyshajut kachestvo zerna. *Zemledelie*. 1998, no. 2.
2. Vadjunina A. F., Korchagina Z. A. Metody issledovaniya fizicheskikh svojstv pochvy. M.: Agropromizdat, 1986, 416 p.
3. Goncharenko A. A. Proizvodstvo i selekcija ozimoy rzhi v Rossii. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*. 2010, no. 4, pp. 26–33.
4. Dovban K. I. Zelenoe udobrenie. M.: Agropromizdat, 1990. 208 p.
5. Zavalin A. A., Pasyнков A. V., Ponomarev M. I. Rol' bobovykh kul'tur v zemledelii Kirovskoj oblasti. *Agrohimija*. 2002, no. 6, pp. 66–71.
6. Kuzminykh A. N. Sideraty – vazhnyj rezerv sohraneniya plodorodija pochvy. *Zemledelie*. 2011, no. 4.
7. Rozh' – nacional'noe dostojanie strany. *Ezhednevnoe agrarnoe obozrenie*. URL: <http://agroobzor.ru/rast/a-112.html>

Статья поступила в редакцию 15.03.2016 г.

Submitted 15.03.2016.

**Для цитирования:** Кузьминых А. Н., Пашкова Г. И. Микробиологическая активность и водный режим почвы озимой ржи, возделываемой по различным паровым предшественникам // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2016. № 2 (6). С. 28–32.

**Citation for an article:** Kuzminykh A. N., Pashkova G. I. Microbiological activity and water regime of the soil of winter rye, cultivated on different fallow predecessors. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*. 2016, no. 2 (6), pp. 28–32.

**Кузьминых Альберт Николаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, [aliks06-71@mail.ru](mailto:aliks06-71@mail.ru)

**Пашкова Галина Ивановна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола, [galiv312@mail.ru](mailto:galiv312@mail.ru)

**Kuzminykh Albert Nikolaevich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, [aliks06-71@mail.ru](mailto:aliks06-71@mail.ru)

**Pashkova Galina Ivanovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Mari State University, Yoshkar-Ola, [galiv312@mail.ru](mailto:galiv312@mail.ru)