

ISSN 2304-9081

Учредители:  
Уральское отделение РАН  
Оренбургский научный центр УрО РАН

**Бюллетень**  
**Оренбургского научного центра**  
**УрО РАН**



**2015 \* № 2**

**Электронный журнал**  
On-line версия журнала на сайте  
<http://www.elmag.uran.ru>

© Коллектив авторов, 2015

УДК: 631.51:631.58:633.1:631.559(470.56)

*Н.А. Максютов, В.М. Жданов, В.Ю. Скороходов, Ю.В. Кафтан,  
Д.В. Митрофанов, Н.А. Зенкова, В.Н. Жижин*

## **БИОЛОГИЧЕСКИЕ И РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРИЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ, УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА**

Оренбургский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Оренбург, Россия

*Цель.* Сохранение и повышение плодородия почвы, урожайности сельскохозяйственных культур, качества продукции и ресурсосбережение.

*Материалы и методы.* Культуры – озимые, яровая твёрдая и мягкая пшеницы, горох, просо ячмень, кукуруза и сорго на силос, двухлетний донник жёлтый, яровой рапс и вика, суданская трава. Метод закладки стационарного опыта полевой, с одновременным вхождением на площади всеми полями севооборотов.

*Результаты.* Впервые в степной зоне Южного Урала разработаны биологические приёмы повышения плодородия почвы и урожайности с получением экологически чистой продукции, ресурсосберегающие технологии и приёмы, высокопродуктивные севообороты для хозяйств различных форм собственности.

*Заключение.* На основании полученных результатов многолетних стационарных исследований во многих хозяйствах области внедрены лучшие варианты севооборотов, основной обработки почвы, защиты её от всех видов эрозии, сохранения и повышения плодородия.

*Ключевые слова:* чистый, почвозащитный, сидеральный пар, севооборот, бессменный посев, основная обработка почвы, культура, ресурсосберегающие приемы, фон питания, урожайность, качество зерна, экономическая, энергетическая и экологическая оценка.

---

---

*N.A. Maksoutov, V.M. Zhdanov, V.Y. Skorokhodov, Y.V. Kaftan,  
D.V. Mitrofanov, N.A. Zenkova, V.N. Zhizhin*

## **BIOLOGICAL AND ENERGY SAVING TECHNIQUES IMPROVEMENT OF SOIL FERTILITY, CROP YIELDS AND PRODUCT QUALITY IN THE STEPPE ZONE OF THE SOUTHERN URALS**

Orenburg Scientific Research Institute of Agriculture, Orenburg, Russia

*Objective.* Maintaining and increasing soil fertility, agricultural productivity of various crops, product quality and resource.

*Materials and methods.* Crops are winter, spring hard and soft wheat, peas, millet, barley, maize and sorghum for silage, two clover, spring rape and vetch, Sudan grass. Method of laying stationary field experience, with the simultaneous occurrence in the square all fields of crop rotation.

*Results.* For the first time in the test zone of the southern Urals developed biological methods of enhancing soil fertility and yield of obtaining an environmental friendly products, energy saving technologies and techniques, high-yielding crop for farms of different ownership forms.

*Conclusion.* On the basis of the results of long-term stationary research in many farms in the region implemented the best options for rotations, the basics-tion of the soil, protect it from all types of erosion, conservation and fertility improvement.

*Key words:* clean, conservation, pairs of green manure, crop rotation, permanent seeding, primary tillage, culture, energy saving techniques, background, nutrition, yield, grain quality, economic, energy and environmental assessment.

## **Введение**

Основными задачами сельского хозяйства являются разработка биологических приёмов сохранения и повышения плодородия почвы, урожая и его качества, защиты почвы от водной и ветровой эрозии, ресурсосбережения, обоснование высокопродуктивных севооборотов с чистыми, почвозащитными и сидеральными парами на двух уровнях интенсификации для хозяйств различных форм собственности и специализации.

Целью работы является анализ возможностей стационарных исследований по сохранению и повышению плодородия почвы, урожайности сельскохозяйственных культур, качества продукции и ресурсосбережению.

## **Материалы и методы**

Результаты исследований, проводившихся согласно методик полевого опыта [1, 2] с 1986 г. в длительных стационарах опытах на черноземах обыкновенных Опытно-производственного хозяйства (ОПХ) «Урожайное» и южных ОПХ им. Куйбышева Оренбургского НИИ сельского хозяйства [3-5]. С 1986 г. по 1992 г. по единой методике проводились исследования по разработке агробиологических приемов повышения плодородия почвы и урожайности зерновых культур в системе 4-х полевых севооборотов с черными, ранними, сидеральными и почвозащитными парами. Одновременно в системе этих севооборотов изучалась эффективность минимальной основной обработки почвы в сравнении с глубокой плоскорезной, безотвальной (стойки СибИМЭ) и отвальной обработками.

## **Результаты и обсуждение**

Применение кормового гороха, ярового рапса и вики в сидеральных парах 4-х полевых севооборота (пары - твердая пшеница - мягкая пшеница - ячмень) повышает за ротацию выход зерна до 2,0 ц с 1 га, условный чистый доход и рентабельность увеличивались до 70 и 54% в сравнении с зернопаровым с внесением 30 т навоза на 1 га в пар чёрный (контроль).

По энергетической эффективности 4-х полевых сидеральных севооборотов превосходят зернопаровые в 1,4 раза. Кроме того, сидеральные культуры обогащают почвы до 140 кг биологическим азотом, до 30 кг фосфором и около 146 кг калием.

Почвозащитный пар, занятый летним посевом суданской травы, в сравнении с черным (контроль) в системе севооборота не снижает выход и качество зерна с 1 га пашни, дополнительно дает кормовую продукцию от 149 до 158 ц с 1 га зеленой массы и полностью защищает почву от водной, ветровой и биологической эрозий. В черном пару только за счет минерализации потери гумуса составляют 1,76 т, а водной эрозии – до 3,00 т на 1 га.

Минимальная основная обработка почвы после глубокой плоскорезной обработки черного пара не приводит на обеих почвенных разностях к снижению урожайности яровой твердой, мягкой пшеницы и ячменя в севообороте, при этом увеличивается уровень рентабельности производства на 22%, а прямые затраты уменьшаются на 11%. Однако на черноземах южных в 10% лет из-за повышенной плотности и отсутствия осадков в мае и июне она ухудшает водный режим почвы и снижает урожайность. Но в связи с высокой стоимостью ГСМ и техники ее применение экономически оправдано.

На черноземах южных ОПХ им. Куйбышева основная обработка почвы плугами со стойками СибИМЭ повышает урожайность яровой пшеницы на 1,7 ц с 1 га, в сравнении с плоскорезной обработкой (соответственно 19,9 и 18,2 ц с 1 га).

Многолетними исследованиями также установлено, что для лучшего подавления многолетней сорной растительности и улучшения водопроницаемости почвы, и защиты ее от водной и ветровой эрозий вместо безотвальной обработки в конце парования следует применять глубокую культурную вспашку. Проведение этого приема повышает урожайность яровой пшеницы на 2,3 ц с 1 га и создает более устойчивую поверхность к эрозии за счет структуренных нижних горизонтов пахотного слоя. Кроме того, такая обработка устраняет поверхностный тип питания, который возникает при длительном применении безотвальных обработок и снижает урожайность в отдельные засушливые годы.

На черноземах южных ОПХ им. Куйбышева урожайность яровой твердой пшеницы по пару при заделке навоза отвальным плугом составила 24,9 ц с 1 га, плоскорезом-глубокорыхлителем – 20,4, а на черноземах обыкновенных ОПХ «Урожайное» дополнительный сбор зерна твердой пшеницы от заделки навоза под плоскорез и отвальный плуг составил 3,3 и 5,0 ц с 1 га соответственно.

Исследованиями в ОПХ «Урожайное» установлено отсутствие эффекта

от весеннего боронования озимых. Урожайность озимой ржи с боронованием составила 27,5 ц, а без такового – 27,7 ц с 1 га.

Посев кулис в пару под озимую рожь из подсолнечника обеспечивал прибавку зерна в урожайности 3,9 ц с 1 га.

В 1989-1994 гг. на обыкновенных черноземах изучались короткоротационные 3-х польные севообороты для фермерских (крестьянских) хозяйств и других хозяйств различных форм собственности с чистыми парами под озимую рожь и пшеницу, а также с почвозащитными под мягкую и твердую пшеницу, ячмень, просо и кукурузу на силос.

В связи с низкими закупочными ценами на зерно, несмотря на высокую урожайность озимой ржи (36,5 ц с 1 га), она не окупает затраты по уходу за чистым паром. Подобная же картина наблюдается в севооборотах с чистым паром при возделывании по нему ячменя, проса и даже мягкой и твердой пшеницы. В этих севооборотах получен убыток. И только в севооборотах с почвозащитным паром за счет получения дополнительной кормовой продукции получена прибыль.

С 1989 г. в ОПХ им. Куйбышева ведется исследование в длительном стационарном опыте по изучению высокопродуктивных почвозащитных ресурсосберегающих севооборотов с разными видами пара, продолжительностью ротации и системами удобрений в них для разработки новых технологических процессов, схем севооборотов в хозяйствах с различным уровнем интенсификации и специализации (рис. 1).

На основании многолетних исследований (1990-2007 гг.) установлено:

- за последние 18 лет погодные условия претерпели существенные изменения. Среднегодовая температура воздуха повысилась на +1,9°C, при среднемноголетней +3,6°C, причем зима стала теплее обычного на 3,5°C, осадков выпадает больше среднемноголетней нормы на 32 мм, в основном в холодный период;

- период вегетации как по осадкам, так и температурному режиму остался без изменений, но отмечались резкие перепады среднесуточной температуры, которые достигали 20-25°C (ночью – 8-10°C, днем 30-35°C), что создавало стрессовую ситуацию для роста и развития сельскохозяйственных культур;

- мониторинг за изменением плодородия почвы в севооборотах с чистыми, почвозащитными, сидеральными и бессменными парами за три рота-

ции (18 лет) показал, что потери гумуса без применения удобрений составляют от 0,3 до 0,8 абсолютных процентов;



Рис. 1. Вид стационарного опыта с самолёта

- бессменное применение отвальной вспашки черного пара приводит к гомогенному (равномерному) равноположению питательных веществ и гумуса, безотвальной - к гетерогенному. В связи с этим ежегодные потери гумуса при безотвальной основной обработке черного пара составляют 1,7 т, при отвальной, в результате более интенсивной минерализации – 3,4 т с 1 га;

- при использовании двулетнего донника на зеленое удобрение в сидеральном пару поступает в почву 155 кг азота, 41,5 кг фосфора и 173 кг калия, в черном с 42 т навоза на 1 га, 181, 82 и 174 кг и в почвозащитном вместе с навозом и пожнивными остатками суданской травы соответственно 232, 104 и 205 кг на 1 га. Урожайность яровой твердой пшеницы в среднем за 16 лет на удобренном фоне составляет по черному кулискому пару 13,5, по почвозащитному – 14,9 и сидеральному – 15,9 ц с 1 га;

- в связи с тем, что урожайность яровой твердой пшеницы в среднем за 16 лет в 6-ти польном зернопаропропашном севообороте и в 2-х польных севооборотах при чередовании ее с кукурузой на силос и горохом практически

одинакова, предел насыщения твердой пшеницы в севооборотах может составлять до 50%;

- качество зерна яровой твердой и мягкой пшеницы за годы проведения исследований во многом зависело от погодных условий, фона питания и предшественника. Лучшими и практически одинаковыми предшественниками по влиянию на качество зерна являются черные, сидеральные и почвозащитные пары, кукуруза на силос и горох.

Повторные посевы пшеницы снижают качество зерна без применения удобрений, а также ее предшественники – озимые и кукуруза, в связи с большим выносом ими питательных веществ.

Кроме того, в годы с хорошим увлажнением почвы и холодным весенне-летним периодом (в связи с острым дефицитом нитратного азота) для получения качественного зерна, в первую очередь, следует применять азотные удобрения по всем предшественникам пшеницы.

На основании многолетних исследований впервые были разработаны нормативные показатели эффективности различных видов паров, полевых севооборотов, применения удобрений, систем основной обработки почвы, весенних технологий обработки почвы и посева, агротехнических приемов при возделывании озимых культур, показателей плодородия почвы парового поля и потери в них нитратного азота и влаги в зависимости от вида пара.

Для фермерских (крестьянских) хозяйств различных форм собственности и специализации разработаны высокопродуктивные короткоротационные почвозащитные ресурсосберегающие севообороты с чистыми, почвозащитными и сидеральными парами и беспаровые севообороты.

Выявлена реакция сельскохозяйственных культур на бессменное их возделывание, установлены основные причины снижения урожайности, в том числе в результате «почвоутомления». Бессменное возделывание яровой мягкой пшеницы, кукурузы и сорго на силос за 18 лет не приводит к снижению урожайности.

На основании длительных исследований разработаны модели севооборотов с чистыми, сидеральными, почвозащитными парами и беспаровые севообороты при 3 уровнях интенсификации (экстенсивный, принятый и интенсивный).

Установлена эффективность весенней подкормки озимых в зависимости от фона основного удобрения, температурного и водного режимов почвы.

В среднем за 10 лет прибавка озимой ржи от подкормки на удобренном фоне составила 4,3 ц с 1 га, на удобренном – 0,9 ц, при этом урожайность соответственно получена 26,3 и 27,1 ц с 1 га.

В годы с обильными осадками осенью и весной и недобором тепла в апреле-мае из-за затухания биологических процессов в почве и низкого содержания нитратного азота подкормка особенно эффективна на удобренном фоне. В годы с хорошими запасами влаги весной и быстрым нарастанием тепла питание растений преимущественно идет за счет азота почвы, а подкормка на удобренном фоне дает отрицательный эффект.

Оценка продуктивности зерновых и кормовых сельхозкультур в среднем за 18 лет показала, что наибольший выход зерна с 1 га пашни получен озимой ржи по черному пару на удобренном и удобренном фонах (28,3 и 25,7 ц с 1 га), второе место по этому показателю занимает ячмень (соответственно 22,3 и 19,0 ц с 1 га).

Самый высокий сбор кормовых единиц на обоих фонах питания отмечен по кукурузе на силос, а кормопротеиновых единиц – зернобобовой смеси (овес + горох).

Их 16 видов 6-ти полевых севооборотов самым продуктивным по выходу зерна оказался севооборот: пар черный – озимая рожь – яровая твердая пшеница – просо – яровая мягкая пшеница – ячмень (на удобренном фоне – 15,65 и удобренном – 14,30 ц с 1 га), по сбору кормовых и кормопротеиновых единиц: пар почвозащитный – яровая твердая пшеница – яровая мягкая пшеница – кукуруза на силос – яровая мягкая пшеница – ячмень (соответственно 25,58 и 23,50 и 14,32 и 13,14 ц с 1 га). Из бессменных посевов сельхозкультур самый большой выход зерна получен по ячменю, по кормовым и кормопротеиновым единицам – по кукурузе на силос.

По выходу зерна среди беспаровых 2-х полевых севооборотов зернопропашной (яровая твердая пшеница – кукуруза на силос) занимает первое место, по сбору кормовых и кормопротеиновых единиц он также самый продуктивный и среди 6-ти полевых севооборотов.

По экономической оценке севооборотов и бессменных посевов сельскохозяйственных культур было установлено:

- в связи с дороговизной минеральных удобрений применение их оказалось убыточным и нерентабельным;
- из всех севооборотов самая большая прибыль получена в зернопро-



пашном (чередование твёрдой пшеницы с кукурузой) на удобренном фоне – 10937,9 руб. с 1 га;

- наиболее высокие экономические показатели (условный чистый доход и рентабельность) среди 16 изученных 6-ти польных севооборотов отмечаются в севообороте с почвозащитным паром и кукурузой на силос;

- из-за больших производственных затрат по уходу за паровыми полями 6-ти польные севообороты по экономическим показателям уступают 2-х польным беспаровым севооборотам.

Коэффициент энергетической эффективности во всех севооборотах и бессменных посевах сельскохозяйственных культур на удобренном фоне существенно ниже, а самый высокий этот показатель на удобренном фоне в бессменных посевах кукурузы и сорго на силос.

Среди 6-ти польных севооборотов в результате полученной дополнительной продукции (суданская трава) почвозащитные севообороты с кукурузой и сорго на силос по энергетической эффективности занимают первое место.

Экологическая оценка показала, что почвозащитные и сидеральные пары защищают почву от водной, ветровой и биологической эрозий, способствуют более производительному использованию нитратного азота, который в черном пару теряется за счёт денитрификации и миграции его в нижние горизонты (глубже 1м), недоступным для растений.

### **Заключение**

Впервые в степной зоне Южного Урала в системе полевых севооборотов разработаны биологические приемы повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур, решена проблема защиты чистого пара под яровую пшеницу от всех видов эрозии и обоснована замена его почвозащитным.

Для фермерских (крестьянских) хозяйств и хозяйств различных форм собственности и специализации разработаны высокопродуктивные севообороты с короткой ротацией и выявлены возможности использования бессменных посевов сельскохозяйственных культур. Установлена реакция культур на минеральные удобрения и проведен мониторинг за плодородием почвы в начале и конце ротации севооборотов, в бессменных посевах сельскохозяйственных культур и парах.

Экспериментальным путем доказана ежегодная потеря гумуса в результате его минерализации и выявлена дифференциация пахотного слоя

почвы в зависимости от способа основной обработки чистого пара.

Обоснован предел насыщения полевых севооборотов яровой твердой пшеницей и изучены основные показатели плодородия (водный и питательный режимы и агрофизические свойства почвы, ее биологическая и микробиологическая активность, фитосанитарное состояние посевов и др.).

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
2. Доспехов Б.А., Васильев И.П., Туликов АМ. Практикум по земледелию. М.: Колос, 1977. 368 с.
3. Максютлов Н.А. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала. Оренбург, 2004. 203 с.
4. Максютлов Н.А., Жданов В.М., Лактионов О.В. Биологическое и ресурсосберегающее земледелие в степной зоне Южного Урала. 2-е изд.е доп. Оренбург, 2008. 230 с.
5. Максютлов Н.А., Жданов В.М., Абдрашитов Р.П. Повышение плодородия почвы, урожайности и качество продукции в полевых севооборотах степной зоны Южного Урала. Оренбург, 2012. 332 с.

*Поступила 9.04.2015*

*(Контактная информация: Максютлов Николай Алексеевич - доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий отделом земледелия и ресурсосберегающих технологий Оренбургского НИИ сельского хозяйства; Жданов В.М., Скороходов В.Ю., Кафтан Ю.В., Митрофанов Д.В., Зенкова Н.А. – кандидаты сельскохозяйственных наук, Жижин В.Н. - старший научный сотрудник; адрес: 460051, г. Оренбург, просп. Гагарина, 27/1, тел. 8 (3532) 71-24-74; E-mail: [maksjutov.n@mail.ru](mailto:maksjutov.n@mail.ru)).*

---

---

#### **LITERATURA**

1. Dosphehov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Kolos, 1979. 416 s.
2. Dosphehov B.A., Vasil'ev I.P., Tulikov AM. Praktikum po zemledeliju. M.: Kolos, 1977. 368 s.
3. Maksjutov N.A. Biologicheskoe i resursosberegajushhee zemledelie v stepnoj zone Juzhnogo Urala. Orenburg, 2004. 203 s.
4. Maksjutov N.A., Zhdanov V.M., Laktionov O.V. Biologicheskoe i resursosberegajushhee zemledelie v stepnoj zone Juzhnogo Urala. 2-e izd.e dop. Orenburg, 2008. 230 s.
5. Maksjutov N.A., Zhdanov V.M., Abdrashitov R.P. Povyszenie plodorodija pochvy, urozhajnosti i kachestvo produkci v polevyh sevooborotah stepnoj zony Juzhnogo Urala. Orenburg, 2012. 332 s.