

УДК / UDC 631.58

**ЭКОЛОГИЗАЦИЯ СЕВОБОРОТОВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
ВОСПРОИЗВОДСТВА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ**
ECOLOGIZATION OF CROP ROTATION AND BIOLOGICAL SYSTEM OF
REPRODUCTION OF SOIL FERTILITY IN THE STEPPE ZONE

Кислов А.В., Глинушкин А.П.*, доктора сельскохозяйственных наук
Kislov A.V., Glinushkin A.P., Doctors of Agricultural Sciences

Кашеев А.В., Сычева И.И., кандидаты сельскохозяйственных наук
Kascheev A.V., Sycheva I.I., Candidates of Agricultural Sciences

Сударенков Г.В., магистр
Sudarenkov G.V., Graduate student

**Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,
Московская область, Россия**

All Russian Research Institute of Phytopathology, Moscow Region, Russia

*E-mail: glinale@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Представлены результаты многолетних стационарных исследований (1992-2015 гг) по совершенствованию севооборотов на экологических принципах с учетом урожайности и поступления органических остатков у широкого набора культур, рассчитаны уравнения регрессии и соотношения между основным урожаем, побочной продукцией, пожнивными и корневыми остатками, определено качество органических остатков по содержанию питательных веществ, что в целом позволяет прогнозировать воспроизводство гумуса и возврат питательных веществ с соломой в почву. Разработаны высокопродуктивные севообороты для степной зоны Южного Урала с элементами биологического воспроизводства почвенного плодородия и экологической системой защиты растений. Установлены наиболее эффективные способы заделки соломы в почву у различных культур путем вспашки или в поверхностном слое дисковыми орудиями в обоих случаях с азотом или без азота. Определен оптимальный удельный вес чистых паров и наиболее урожайные культуры по пару. Дана оценка основным возделываемым в зоне культурам как предшественникам и определены наиболее экономически выгодные зерновые, зернобобовые, крупяные, масличные и кормовые культуры. В результате многолетних исследований разработаны экологические принципы совершенствования севооборотов в степной зоне Южного Урала.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Севообороты, продуктивность культур, количество пожнивных и корневых остатков, соломы, экологические принципы совершенствования севооборотов.

Совершенствование севооборотов на экологических принципах с учетом не только продуктивности, но и влияния на плодородие почвы при оставлении соломы и другой побочной продукции в качестве удобрения является в настоящее время важнейшим альтернативным направлением повышения эффективности земледелия в степной зоне в условиях сложившегося дефицита и высокой стоимости органических и минеральных удобрений и необходимости снижения материальных и трудовых затрат для получения конкурентоспособной продукции на рынке.

Севооборот является ведущим звеном в системе земледелия и ему принадлежит важнейшая роль в рациональном использовании земли и повышении культуры земледелия. Экологически и экономически обоснованная концепция земледелия в любой почвенно-климатической зоне должна строиться на выращивании наиболее соответствующих по биологическим свойствам культур, пользующихся спросом на

рынке, с учетом их средообразующего влияния на плодородие почвы и состояние агроценозов.

Исследования по разработке экологических принципов организации севооборотов в степной зоне проводились нами в 1992-2015 годах в Оренбургском ГАУ в опытном стационаре, в котором сравнивались семь различных севооборотов, последовательно сменяющихся в течении 3-х ротаций. Площадь делянки (поля севооборота) составляла 486 м² (45×10,8 м), повторность 4-кратная в пространстве и 3-кратная во времени. Ежегодно кроме учета урожая основной продукции по каждой культуре определяли количество побочной, пожнивных и корневых остатков и их соотношение, а так же рассчитывали уравнения регрессии по имеющимся 12 показателям (4 повторения по 3 годам), которые представлены в монографии [1].

Одновременно с оставлением измельченной соломы и другой побочной продукции вносили азот N₂₀ кг/га д.в.

Почва – чернозем южный, тяжелосуглинистый с содержанием гумуса 4,1%, среднемноголетнее количество осадков – 367 мм, приход ФАР за май-сентябрь составляет 1369 МДж/м².

Цель исследований:

- разработать высокопродуктивные севообороты с включением наиболее урожайных культур из различных семейств с целью экологизации защиты посевов и повышения конкурентоспособности продукции растениеводства.

- определить зональные нормативы, коэффициенты и соотношения между урожайностью основной и побочной продукции, а так же пожнивных и корневые остатки, позволяющие прогнозировать поступление органического вещества в почву и воспроизводство почвенного плодородия при освоении севооборотов.;

- установить содержание основных макроэлементов в растительных остатках и основной продукции, вынос их с урожаем возделываемых культур и разработать биологизированную систему удобрений по выносу с урожаем основной продукции с учетом возврата побочной;

- определить эффективные способы заделки соломы в почву у различных культур в качестве удобрения путем вспашки или дискования с азотом или без азота.

Главной задачей в первой ротации (таблица 1) было изучить сравнительную продуктивность широкого набора культур и различных видов севооборотов а также структуру урожая основной и побочной продукции и корней. Самая высокая урожайность зерновых – 17,6 ц/га получена в 5-польном севообороте с чистым паром и посевом озимых по пару (севооборот №1), с увеличением числа полей до восьми урожайность понизилась до 12,0 ц/га. Многочисленные обработки в чистом пару уничтожают не только сорняки, но и вредителей и очаги болезней [2, 3, 4]. По данным А.В. Кислова в посевах яровой пшеницы (четвертая культура после пара) численность корнеотпрысковых сорняков была в 12,5-7,9 раза, а воздушно-сухая масса – в 1,9-4,0 раза меньше по сравнению с севооборотами с занятым паром.

Подобная урожайность зерновых получена в севооборотах с занятым паром – 12,0-13,9 ц/га. Исключение составляют севообороты с кукурузой и сорго на зерно, в которых урожайность увеличивалась до 17,2 ц/га за счет высокой продуктивности этих культур, но себестоимость зерна была на 21,5% выше, а затраты труда на 11% по сравнению с озимыми по чистому пару.

Наибольшее количество пожнивных и корневых остатков оставляют после себя многолетние травы – 11,2 т/га на пятом году жизни, сорго зерновое – 7,3, донник – 6,6, просо – 6,8, гречиха – 6,7, озимая рожь – 5,6, яровая пшеница – 4,0, горох – 4,2, кукуруза на силос – 4,5, кукуруза на зерно - 4,3, ячмень – 3,5, овес – 2,7, нут – 2,5 т/га.

При внесении соломы, листостебельной массы и отавы общее поступление органики в почву достигает у озимой ржи – 10,8 т/га, сорго зернового – 8,4, кукурузы на зерно – 8,0, гречихи – 9,0, донника – 7,6, яровой пшеницы – 7,3 и гороха – 5,8 т/га.

Как показали исследования отечественных и зарубежных ученых, систематическое внесение соломы зерновых, зернобобовых культур сопровождалось

достоверным увеличением почвенного органического вещества, в том числе лабильных, легкоразлагаемых компонентов [5, 6, 7, 8, 9].

Таблица 1 – Урожайность и поступление органического вещества в почву после уборки культур в различных севооборотах первой ротации, т/га (1992-2001 гг.)

| № | Культура | Абсолютно-сухое вещество, т/га | | | | | Урожайность, т/га | |
|-------|----------------------------------|--------------------------------|------------------|------------------|-------|----------------|-------------------|------------------------------|
| | | солома | поживные остатки | корневые остатки | отава | биомасса всего | зерно | зеленая масса/сухое вещество |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 1.Пар черный | - | - | - | - | - | - | - |
| | 2.Оз. рожь | 5,24 | 2,32 | 3,26 | - | 10,82 | 5,16 | - |
| | 3.Просо | - | 1,28 | 5,94 | - | 7,22 | 1,44 | - |
| | 4.Яр. пшеница твердая | 1,41 | 0,67 | 4,12 | - | 6,20 | 0,76 | - |
| | 5.Ячмень | - | 0,57 | 2,92 | - | 3,49 | 1,7 | - |
| | 6.Кукуруза на силос | - | 1,75 | 4,35 | - | 6,10 | - | 16,1/4,42 |
| | 7.Яр. пшеница | 1,34 | 0,68 | 2,10 | - | 4,12 | 0,70 | - |
| | 8.Подсолнечник на маслосемена | 4,66 | - | 1,55 | - | 6,21 | 1,17 | - |
| 2 | 1.Суданская трава – летний посев | - | 1,94 | 3,95 | 0,13 | 8,02 | - | 21,1/5,35 |
| | 2.Яр. пшеница твердая | 1,61 | 0,74 | 4,9 | - | 7,25 | 1,88 | - |
| | 3.Просо | - | 1,26 | 5,56 | - | 6,82 | 1,25 | - |
| | 4.Яр. пшеница мягкая | 1,31 | 0,67 | 4,28 | - | 6,22 | 0,76 | - |
| | 5.Ячмень | - | 0,40 | 2,54 | - | 2,94 | 1,69 | - |
| | 6.Суданка на сено | - | 1,05 | 2,69 | 0,66 | 4,40 | - | 1,15/3,07 |
| | 7.Яр. пшеница | 1,08 | 0,63 | 1,59 | - | 3,30 | 0,62 | - |
| | 8.Гречиха | 2,05 | 0,68 | 2,61 | - | 5,34 | 0,33 | - |
| 3 | 1.Суданка + донник | - | 1,60 | 4,03 | - | 5,63 | - | 18,4/4,79 |
| | 2.Донник на зеленую массу | - | 1,64 | 4,87 | 0,08 | 6,59 | - | 12,6/3,28 |
| | 3.Просо | - | 1,25 | 4,32 | - | 5,57 | 1,53 | - |
| | 4.Яр. пшеница мягкая | 1,37 | 0,71 | 3,20 | - | 5,78 | 0,71 | - |
| | 5.Ячмень | - | 0,45 | 2,71 | - | 3,16 | 1,63 | - |
| | 6.Нут | 0,83 | 0,51 | 1,36 | - | 2,70 | 0,92 | - |
| | 7.Яр. пшеница | 1,07 | 0,59 | 1,68 | - | 3,34 | 0,71 | - |
| | 8.Сорго на зерно | 1,49 | 0,41 | 2,05 | - | 3,95 | 2,56 | - |
| 4 | 1.Кукуруза на зерно | 3,74 | 2,62 | 1,67 | - | 8,03 | 4,04 | - |
| | 2.Яр. пшеница мягкая | 1,40 | 0,55 | 3,47 | - | 5,42 | 1,28 | - |
| | 3.Гречиха | 2,30 | 0,96 | 5,70 | - | 8,96 | 0,86 | - |
| | 4.Яр. пшеница мягкая | 1,54 | 0,69 | 4,01 | - | 6,24 | 0,79 | - |
| | 5.Ячмень | - | 0,48 | 2,85 | - | 3,54 | 1,65 | - |
| | 6.Суданка летнего посева | - | 1,17 | 2,98 | - | 4,15 | - | 13,1/3,21 |
| | 7.Яр. пшеница | 1,16 | 0,65 | 1,52 | - | 33,3 | 0,65 | - |
| | 8.Ячмень | - | 0,63 | 1,33 | - | 1,96 | 1,74 | - |
| 5 | 1.Ячмень на зерно + донник | - | 0,60 | 3,52 | - | 4,12 | 1,42 | - |
| | 2.Донник | - | 1,76 | 5,03 | - | 6,79 | - | 15,3/3,86 |
| | 3.Просо | - | 1,33 | 4,47 | - | 5,80 | 1,42 | - |
| | 4.Яр. пшеница мягкая | 1,36 | 0,77 | 3,35 | - | 5,48 | 0,29 | - |
| | 5.Ячмень | - | 0,51 | 3,30 | - | 3,81 | 1,53 | - |
| | 6.Сорго на зерно | 0,7 | 0,75 | 5,80 | - | 7,25 | 2,89 | - |
| | 7.Яр. пшеница | 1,25 | 0,60 | 4,72 | - | 3,57 | 0,66 | - |
| | 8.Овес | - | 0,59 | 1,32 | - | 1,91 | 1,39 | - |
| 6 | 1.Ячмень + горох на сенаж | - | 1,06 | 4,39 | - | 5,43 | - | 25,8/7,61 |
| | 2.Яр. пшеница мягкая | 1,29 | 0,36 | 4,68 | - | 6,33 | 1,15 | - |
| | 3.Просо | - | 1,30 | 5,33 | - | 6,63 | 1,32 | - |
| | 4.Яр. пшеница мягкая | 1,22 | 0,66 | 3,96 | - | 5,84 | 0,76 | - |
| | 5.Ячмень | - | 0,51 | 3,30 | - | 3,81 | 1,65 | - |
| | 6.Горох | 1,45 | 0,43 | 3,35 | - | 5,23 | 0,63 | - |
| | 7.Яр. пшеница | 1,27 | 0,61 | 1,84 | - | 3,72 | 0,65 | - |
| | 8.Суданка на семена | 2,13 | 0,65 | 2,31 | - | 5,09 | 0,85 | - |
| 7 | 1.Ячмень + многолетние травы | - | 1,02 | 3,61 | - | 4,63 | - | 8,25/2,09 |
| | 2.Многолетние травы | - | 3,91 | 6,77 | - | 10,68 | - | 15,6/3,86 |
| | 3.Многолетние травы | - | 2,13 | 9,44 | - | 11,57 | - | 9,5/2,36 |
| | 4.Многолетние травы | - | 0,81 | 14,13 | - | 14,94 | - | 15,1/3,71 |
| | 5.Многолетние травы | - | 0,78 | 10,39 | - | 11,17 | - | 8,0/1,99 |
| | 6.Многолетние травы | - | 1,02 | 9,73 | - | 10,75 | - | 7,4/2,75 |
| | 7.Просо | - | 0,91 | 2,72 | - | 3,64 | 1,34 | - |
| | 8.Яр. | 1,84 | 0,79 | 2,02 | - | 4,65 | 0,76 | - |
| Всего | | | | | | 72,03 | | |

Во второй ротации изучали семь различных 5-польных севооборотов с чистым паром и озимой пшеницей по пару, которая ежегодно превышала по цене на рынке озимую рожь (таблица 2). Целью исследований во второй ротации кроме сравнительной продуктивности культур и севооборотов было изучить эффективность

использования соломы различных культур с азотом N_{20} кг/га и без азота и способы заделки в обоих случаях путем вспашки или в поверхностном слое дисковой бороной на 12-14 см.

Более высокую урожайность озимая пшеница обеспечила при выращивании в последнем поле перед паром культуры, побочную продукцию которой использовали в качестве удобрения: подсолнечник в первом поле – 21,1 ц/га, гречиха во втором поле – 19,8 и яровая пшеница в восьмом поле – 18,2 ц/га.

Практически одинаковой была урожайность озимой пшеницы после яровой пшеницы, суданской травы на семена и овса – 18,2, 18,2 и 18,0 ц/га, хотя солома у последних вывозилась с поля как ценная в кормовом отношении.

В третьем поле среди разделительных культур между озимой и яровой пшеницей лучше показали себя кукуруза на силос, нут и просо; нут превосходил горох по урожайности в 1,4-1,6 раза, а просо гречиху – вдвое благодаря более высокой засухоустойчивости.

Урожайность яровой пшеницы в четвертом поле повышалась при размещении после гречихи, сорго на зерносеяж и кукурузы соответственно на 38, 35 31% по сравнению с повторным посевом, после нута – на 27%, после гороха и проса – на 24%. Солому нута, гречихи и гороха лучше заделывать в почву путем вспашки, а яровой пшеницы – в поверхностном слое путем дискования в сочетании с азотом.

В последнем поле 5-польных с чистым паром севооборотах под подсолнечник и суданскую траву лучше проводить вспашку, а под гречиху, овес, ячмень и яровую пшеницу можно мелкое рыхление на 12-14 см.

Внесение азотных удобрений с соломой яровой пшеницы повысило урожайность ячменя, гречихи овса, яровой пшеницы и подсолнечника, соответственно на 19,7, 18,9, 16,5, 9,4 и 4,4% и не оказало влияния на семенную продуктивность суданской травы. Наибольшую продуктивность и экономические показатели обеспечивали севообороты: чистый пар – озимая пшеница – нут – яровая пшеница – ячмень и чистый пар – озимая пшеница – просо – яровая пшеница – подсолнечник.

В засушливых степных условиях, особенно при неправильном уходе за парами, посев озимых часто не возможен из-за иссушения верхних горизонтов почвы, весной по пару обычно высевают яровую пшеницу, для которой необходимы обязательно осадки в период кущения для развития придаточной корневой системы. Поэтому в третьей ротации севооборотов в качестве альтернативы яровой пшенице в сравнении с озимыми рожью и пшеницей высевали нут и горох, культуры со стержневой корневой системой и потому менее зависимые от выпадения осадков в начале вегетации.

По урожайности зерна культуры по пару расположились в следующей последовательности: озимая рожь – 27,7 ц/га, озимая пшеница – 18,2 ц/га, горох – 16,8 ц/га, яровая пшеница мягкая – 12,5 ц/га, нут – 12,1 ц/га и яровая пшеница твердая – 9,2 ц/га (таблица 3).

В третьем поле яровая пшеница наибольший урожай обеспечила после гороха – 15,1, озимой ржи – 14,3 и озимой пшеницы – 13,8 ц/га.

Культуры в четвертых полях после паровых звеньев севооборотов расположились в следующем порядке: кукуруза на зерно – 24,6 ц/га, овес – 16,8, просо – 14,4, горох – 12,9, нут – 10,5 и на последнем месте гречиха – 4,1.

В последнем шестом поле хорошо проявили себя ячмень, овес и подсолнечник, заметно превосходившие яровую пшеницу и гречиху.

При оценке сравнительной продуктивности севооборотов в целом заметное преимущество показал первый севооборот с озимой рожью и кукурузой на зерно – 17,7 ц/га, на втором месте был второй с озимой пшеницей по пару, просом в разделительном поле и овсом в заключительном поле севооборота – 13,2 ц/га, близко к нему был седьмой севооборот с горохом по пару и овсом в разделительном поле – 12,6 ц/га.

Таблица 2 – Урожайность и поступление органических остатков в почву после уборки культур в различных севооборотах второй ротации, ц/га (2001-2006 гг.)

| Несевооборотата | Варианты опыта | | 1-2 поле: пар -озимая пшеница (2001-2003 гг) | | | 3 поле севооборота (2002-2004 гг.) | | | | 4 поле – яровая пшеница (2003-2005 гг.) | | | 5 поле севооборота (2004-2006 гг.) | | | | | |
|-----------------|--------------------|-----------------|--|--------|-----------------------------|------------------------------------|-------|---------------|--------|---|-------|--------|------------------------------------|---------------------------|-------|---------------|--------|-----------------------------|
| | основная обработка | фонд удобрений | Органические остатки, ц/га | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | зерно | солома | Поживные и корневые остатки | культура | зерно | зеленая масса | солома | Поживные и корневые остатки | зерно | солома | Поживные и корневые остатки | культура | зерно | зеленая масса | солома | Поживные и корневые остатки |
| 1 | вспашка | 0 | | | | Нут | 11,6 | - | 10,4 | 24,4 | 6,6 | 17,4 | 35,5 | Ячмень | 7,1 | - | - | 17,3 |
| | | N ₂₀ | 21,1 | 46,4 | 24,2 | | 12,5 | - | 11,3 | 26,4 | 7,0 | 15,5 | 35,7 | | 8,5 | - | - | 19,0 |
| | минимал. | 0 | | | | | 10,3 | - | 9,3 | 21,7 | 5,8 | 15,8 | 34,8 | | 7,8 | - | - | 18,2 |
| | | N ₂₀ | | | | | 9,8 | - | 88,8 | 20,7 | 6,6 | 11,9 | 35,5 | | 8,3 | - | - | 18,8 |
| 2 | вспашка | 0 | | | | Яровая пшеница | 7,7 | - | 12,0 | 36,4 | 5,5 | 13,2 | 34,5 | Суданская трава на семена | 6,9 | - | - | 28,7 |
| | | N ₂₀ | 19,8 | 55,4 | 30,6 | | 10,5 | - | 14,3 | 38,7 | 5,8 | 14,1 | 34,8 | | 6,0 | - | - | 27,3 |
| | минимал. | 0 | | | | | 7,6 | - | 11,9 | 36,3 | 5,6 | 25,1 | 34,6 | | 5,7 | - | - | 26,9 |
| | | N ₂₀ | | | | | 8,0 | - | 12,2 | 36,6 | 6,3 | 15,0 | 35,2 | | 4,8 | - | - | 25,5 |
| 3 | вспашка | 0 | | | | Горох | 7,2 | - | 11,5 | 30,0 | 5,5 | 14,1 | 34,5 | Суданская трава на сено | - | 153 | - | 47,8 |
| | | N ₂₀ | 17,3 | 50,6 | 23,9 | | 9,0 | - | 14,4 | 37,6 | 6,8 | 17,5 | 35,6 | | - | 152 | - | 49,6 |
| | минимал. | 0 | | | | | 6,8 | - | 11,0 | 28,4 | 6,5 | 14,8 | 35,3 | | - | 130 | - | 48,1 |
| | | N ₂₀ | | | | | 6,4 | - | 10,2 | 26,8 | 5,7 | 18,2 | 34,7 | | - | 140 | - | 51,7 |
| 4 | вспашка | 0 | | | | Кукуруза на силос | - | 161 | - | 33,7 | 6,9 | 16,7 | 35,7 | Гречиха | 5,3 | - | 7,4 | 46,9 |
| | | N ₂₀ | 16,9 | | | | - | 178 | - | 35,7 | 7,2 | 16,1 | 35,8 | | 6,3 | - | 9,2 | 55,0 |
| | минимал. | 0 | | | | | - | 158 | - | 32,7 | 6,1 | 17,9 | 45,2 | | 5,3 | - | 7,4 | 46,9 |
| | | N ₂₀ | | | | | - | 166 | - | 34,1 | 6,7 | 20,5 | 35,4 | | 5,0 | - | 6,8 | 44,5 |
| 5 | вспашка | 0 | | | | Гречиха | 5,5 | - | 14,1 | 48,6 | 6,9 | 24,0 | 35,7 | Овес | 8,5 | - | - | 16,2 |
| | | N ₂₀ | 18 | 52,6 | 32 | | 5,9 | - | 14,7 | 51,7 | 7,6 | 24,9 | 36,1 | | 9,9 | - | - | 18,1 |
| | минимал. | 0 | | | | | 5,0 | - | 13,2 | 44,5 | 5,8 | 23,6 | 35,2 | | 7,4 | - | - | 14,8 |
| | | N ₂₀ | | | | | 4,3 | - | 12,0 | 38,8 | 6,8 | 16,7 | 35,4 | | 6,3 | - | - | 13,4 |
| 6 | вспашка | 0 | | | | Сорго на зерно-сенаж | - | 100 | - | 23,0 | 7,4 | 22,4 | 36,1 | Яровая пшеница | 7,0 | - | 11,4 | 32,7 |
| | | N ₂₀ | 18,2 | 43,8 | 20,9 | | - | 106 | - | 25,2 | 7,4 | 18,8 | 36,1 | | 7,3 | - | 11,6 | 33,0 |
| | минимал. | 0 | | | | | - | 100 | - | 23,0 | 6,6 | 18,7 | 35,5 | | 6,9 | - | 11,3 | 32,6 |
| | | N ₂₀ | | | | | - | 92 | - | 21,2 | 6,8 | 20,9 | 45,0 | | 7,0 | - | 11,4 | 32,7 |
| 7 | вспашка | 0 | | | | Просо | 10,3 | - | - | 40,2 | 6,2 | 14,9 | 35,1 | Подсолнечник на семена | 13,6 | - | 66,6 | 6,7 |
| | | N ₂₀ | 18,2 | 42,2 | 33,3 | | 12,6 | - | - | 49,0 | 6,8 | 14,7 | 35,6 | | 14,2 | - | 69,9 | 7,0 |
| | минимал. | 0 | | | | | 9,8 | - | - | 38,1 | 6,8 | 15,6 | 35,6 | | 11,5 | - | 56,4 | 5,6 |
| | | N ₂₀ | | | | | 9,5 | - | - | 37,0 | 6,3 | 16,8 | 35,2 | | 12,3 | - | 60,3 | 6,0 |

Таблица 3 – Урожайность и поступление органического вещества в почву после уборки в различных севооборотах в третьей ротации, 2005-2012 гг., т/га

| Посев-та | Чередование культур | Солома | Пожнив-ные остатки | Корневые остатки | Всего | Урожай-ность, ц/га |
|----------|------------------------------|--------|--------------------|------------------|-------|--------------------|
| 1 | пар – озимая рожь | 5,15 | 1,72 | 2,94 | 9,81 | 27,7 |
| | яровая пшеница | 1,72 | 0,54 | 1,36 | 3,62 | 14,3 |
| | кукуруза на зерно | 3,69 | 2,53 | 0,42 | 6,69 | 24,6 |
| | яровая пшеница | 1,40 | 0,55 | 1,76 | 3,71 | 12,0 |
| | ячмень | 1,38 | 0,34 | 0,98 | 1,72 | 10,1 |
| | По севообороту | 13,34 | 5,68 | 7,46 | 25,55 | 17,7 |
| 2 | пар – озимая пшеница | 3,24 | 1,04 | 1,55 | 5,83 | 18,2 |
| | яровая пшеница | 1,66 | 0,52 | 1,31 | 3,79 | 13,8 |
| | просо | 1,73 | 0,78 | 2,15 | 4,65 | 14,4 |
| | яровая пшеница | 1,44 | 0,56 | 1,82 | 3,82 | 12,0 |
| | овес | 1,60 | 0,62 | 1,04 | 3,26 | 7,6 |
| | По севообороту | 9,67 | 3,52 | 7,87 | 21,06 | 13,2 |
| 3 | пар – озимая пшеница | 2,88 | 0,92 | 1,38 | 5,18 | 16,2 |
| | яровая пшеница | 1,73 | 0,55 | 1,37 | 3,65 | 14,4 |
| | пар чистый | - | - | - | - | - |
| | озимая пшеница | 2,14 | 0,69 | 1,54 | 4,37 | 12,1 |
| | яровая пшеница | 1,43 | 0,24 | 0,76 | 2,43 | 3,5 |
| | По севообороту | 8,18 | 2,80 | 5,05 | 15,63 | 9,2 |
| 4 | пар – яровая пшеница твердая | 0,91 | 0,42 | 0,87 | 2,20 | 9,2 |
| | яровая пшеница | 1,44 | 0,46 | 1,45 | 3,35 | 12,1 |
| | горох | 2,54 | 0,59 | 2,54 | 5,67 | 12,9 |
| | яровая пшеница | 1,43 | 0,55 | 1,80 | 3,77 | 11,9 |
| | ячмень | 1,37 | 0,34 | 0,96 | 2,67 | 9,9 |
| | По севообороту | 7,69 | 2,36 | 7,60 | 17,61 | 11,2 |
| 5 | пар – яровая пшеница мягкая | 1,50 | 0,48 | 1,19 | 3,17 | 12,5 |
| | яровая пшеница | 1,39 | 0,44 | 1,10 | 2,93 | 11,6 |
| | нут | 1,09 | 0,49 | 0,82 | 2,40 | 10,5 |
| | яровая пшеница | 1,36 | 0,53 | 1,62 | 3,51 | 10,6 |
| | ячмень | 1,36 | 0,39 | 0,96 | 2,71 | 9,8 |
| | По севообороту | 6,68 | 2,28 | 5,89 | 13,77 | 11,0 |
| 6 | пар – нут | 1,09 | 0,61 | 1,35 | 3,05 | 12,1 |
| | яровая пшеница | 1,42 | 0,43 | 1,17 | 3,02 | 12,1 |
| | гречиха | 1,09 | 0,49 | 0,82 | 2,40 | 4,1 |
| | яровая пшеница | 1,28 | 2,50 | 1,63 | 5,41 | 10,5 |
| | подсолнечник | - | 2,26 | 0,41 | 2,67 | 5,8 |
| | По севообороту | 4,88 | 4,29 | 5,44 | 14,61 | 8,9 |
| 7 | пар – горох | 2,59 | 1,01 | 1,98 | 5,58 | 16,8 |
| | яровая пшеница | 1,81 | 0,57 | 1,43 | 3,81 | 15,1 |
| | овес | 2,81 | 0,82 | 1,86 | 5,49 | 16,8 |
| | яровая пшеница | 1,25 | 0,49 | 1,58 | 3,32 | 10,4 |
| | гречиха | 1,22 | 0,50 | 1,37 | 3,09 | 3,9 |
| | По севообороту | 9,68 | 3,39 | 8,22 | 21,29 | 12,2 |

Две трехполки с озимой пшеницей по пару и яровой пшеницей после озимой обеспечили урожайность по 4 полям – 11,6 ц/га и уступали по урожайности шестипольным с озимыми после пара, что объясняется крайне неблагоприятными условиями для перезимовки озимой пшеницы в течение 2-х лет из шести.

Таким образом, в озимосеящих районах целесообразно применять севообороты короткой ротации – 5-6 лет с посевом озимой пшеницы по пару, которая экономически более выгодна по сравнению с озимой рожью благодаря более высокой цене на рынке, при невозможности посева озимых по пару лучше высевать горох, который является также хорошим предшественником для яровой пшеницы. В качестве разделительных культур между зерновыми целесообразно высевать горох, просо, кукурузу, нут.

Количество и качество растительного материала, оставляемого после уборки культур севооборотов во многом определяют режим органического вещества в почве, а вместе с ним минеральное питание, агрофизические и биологические свойства, а также фитосанитарную ситуацию. При внесении соломы в качестве удобрения вынос

азота с урожаем и, соответственно, потребность в азотных удобрениях на компенсацию выноса уменьшится у озимой ржи и озимой пшеницы на 42 и 46%, яровой твердой пшеницы и мягкой на 35 и 47%, гречихи – на 64, гороха и нута – на 36 и 27%, а за счет листостебельной массы кукурузы в 2 раза.

Вынос азота, фосфора и калия с урожаем сельскохозяйственных культур представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Вынос азота, фосфора и калия с урожаем сельскохозяйственных культур (1992-2008 гг.)

| Культура | Вынос на 1 т, кг | | | Соотношение зерна к соломе | Вынос на 1 т зерна с учетом соломы кг в % к зерну | | | |
|------------------------|-----------------------|------|-------------------------------|----------------------------|---|------|-------------------------------|------------------|
| | | N | P ₂ O ₅ | | K ₂ O | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O |
| Озимая рожь | зерно | 26,7 | 6,8 | 6,4 | 1,0 : 1,77 | 37,9 | 10,7 | 28,0 |
| | солома | 65 | 2,2 | 11,1 | | 142 | 157 | 437 |
| Озимая пшеница | зерно | 28,0 | 8,5 | 6,0 | 1,0 : 1,86 | 40,9 | 13,1 | 23,2 |
| | солома | 6,5 | 2,5 | 11,2 | | 146 | 154 | 387 |
| Яровая пшеница мягкая | зерно | 27,2 | 9,3 | 6,6 | 1,0 : 1,2 | 39,9 | 12,5 | 20,0 |
| | солома | 10,2 | 2,7 | 11,2 | | 147 | 134 | 303 |
| Яровая пшеница твердая | зерно | 31,0 | 9,9 | 6,1 | 1,0 : 1,0 | 41,7 | 13,0 | 17,2 |
| | солома | 10,7 | 3,1 | 11,1 | | 135 | 131 | 282 |
| Ячмень | зерно | 25,8 | 5,5 | 5,3 | 1,0 : 1,1 | 34,5 | 8,4 | 17,0 |
| | солома | 8,0 | 2,7 | 11,3 | | 134 | 153 | 321 |
| Овес | зерно | 33,2 | 6,1 | 6,8 | 1,0 : 1,3 | 44,8 | 9,9 | 24,7 |
| | солома | 8,9 | 2,9 | 13,8 | | 126 | 162 | 363 |
| Просо | зерно | 21,2 | 6,1 | 5,1 | 1,0 : 1,34 | 30,5 | 9,2 | 28,0 |
| | солома | 6,9 | 2,3 | 15,8 | | 144 | 151 | 543 |
| Гречиха | зерно | 20,9 | 7,4 | 6,8 | 1,0 : 1,57 | 34,4 | 14,2 | 40,4 |
| | солома | 8,6 | 4,3 | 21,4 | | 164 | 192 | 594 |
| Горох | зерно | 43,6 | 9,5 | 13,4 | 1,0 : 1,40 | 59,6 | 12,8 | 44,5 |
| | солома | 11,2 | 2,4 | 22,2 | | 136 | 135 | 332 |
| Нут | зерно | 31,6 | 7,9 | 12,5 | 1 : 0,7 | 39,4 | 9,8 | 29,2 |
| | солома | 11,2 | 2,7 | 23,9 | | 127 | 124 | 234 |
| Подсолнечник | зерно | 25,8 | 6,9 | 12,5 | 1,0 : 2,9 | 44,9 | 14,8 | 81,0 |
| | стебли + корзинки | 6,6 | 2,7 | 23,8 | | 174 | 214 | 648 |
| Кукуруза на зерно | зерно | 18,7 | 7,3 | 5,9 | 1,0 : 1,2 | 39,1 | 9,8 | 31,8 |
| | листочестебель. масса | 17,0 | 2,1 | 21,6 | | 209 | 134 | 539 |
| Сорго на зерно | зерно | 21,3 | 7,3 | 4,9 | 1,0 : 0,93 | 28,5 | 10,7 | 18,0 |
| | листочестебель. масса | 7,7 | 3,6 | 14,1 | | 134 | 146 | 367 |

Аналогично с азотом при внесении соломы у зерновых на 30-50% уменьшится и вынос фосфора и особенно калия, который содержится в основном в соломе, в зерне меньше в 3-4 раза у зерновых и в 5-6 раз у гречихи и подсолнечника.

По итогам многолетних исследований можно сделать вывод о том, что совершенствование севооборотов на экологических принципах в степной зоне сводится к следующему:

- специализация севооборотов в соответствии с зональными почвенно-климатическими условиями и агроэкологическими группами земель;
- учет средообразующего влияния культур на плодородие, в первую очередь на режим органического вещества, как важнейшего средства биологизации земледелия;
- оптимизация площади посева многолетних трав в выводных полях полевых севооборотов и травопольных видах в связи с их особой ролью по предотвращению эрозии, улучшению гумусового состояния и агрофизических свойств почв;
- сокращения числа полей в полевых севооборотах до 5-6 с целью усиления роли пара в регулировании фитосанитарного состояния, повышения урожайности за счет возделывания озимых;
- размещение кормовых культур в прифермских севооборотах;

- в полевых севооборотах уборку зерновых и зернобобовых проводить с одновременным измельчением соломы и внесением азотных удобрений с целью сокращения потребности в удобрениях и улучшения баланса гумуса;
- в полевых севооборотах зерновой специализации между полями зерновых вводить в севообороты растения других семейств, которые улучшают фитосанитарное состояние и повышают урожайность и качество зерна.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Баздырев, Г.И. Сорные растения и меры борьбы с ними в современном земледелии / Г. И. Баздырев. – М.: МСХА, 1995. – 283 с.
2. Захаренко, А.В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценозов в системах земледелия. – М.: Изд-во МСХА, 2000. – 468 с.
3. Кислов, А.В. Основные направления минимализации обработки почвы и экологизация севооборотов на Южном Урале / А.В. Кислов // Аграрная наука и образование в условиях становления инновационной экономики. Материалы междунауч.-практ. конф. Часть 1. Оренбург, 2012, с 52-71.
4. Кислов А.В. Биологизация и проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия в степной зоне Южного Урала и Поволжья: учебное пособие/ А.В. Кислов. – Оренбург: Издательский центр ОГАУ, 2015. – 268 с.
5. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Наука. 1980. 288 с.
6. Шариков И.Н. Разложение меченой ¹⁴C пшеничной соломы в субстратах различного гранулометрического состава // Почвоведение. – 2014, №4. – С. 485-488.
7. Семёнов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015. – 238 с.
8. Saffih-Hdadi K., Mary B. Modeling consequences of straw residues export on soil organic carbon // Soil Biologie Biochemistry. 2008, V. 40, I. 3, P. 594-607.
9. Bakht J., Shafi M., Jan M.T., Shah Z. Influence of crop residue management, cropping system and N fertilizer on soil N and C dynamics and sustainable wheat (*Triticum aestivum* L.) production // Soil and Tillage Research. 2009, V. 104, I. 2, P. 233-240.
10. Глинушкин А.П. Мониторинг микозов пшеницы в условиях степной зоны Южного Урала / Глинушкин А.П., Кошеваров Ю.А., Соловых А.А., Райов А.А., Хилько Л.Н. // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2013. Т. 40. №1. С. 54-57.
11. Дубенок Н.Н. Эффективность возделывания одновидовых и двухкомпонентных смесей бобовых и злаковых культур на корм в степной зоне Южного Урала / Дубенок Н.Н., Мушинский А.А., Несват А.П., Глинушкин А.П. // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. №6. С. 44-46.
12. Глинушкин А.П. Диагностика вирусных симптомов у сортообразцов озимой пшеницы из коллекции ВНИИР / Глинушкин А.П., Белошапкина О.О., Виноградова С.В., Николаев Н.А. // Достижения науки и техники АПК. 2013. №2. С. 24-26.
13. Захаренко В.А. Чрезвычайные фитосанитарные ситуации в земледелии: состояние, оценка, прогноз и упреждение // Защита и карантин растений. 2016. №8. С. 3-5.
14. Глинушкин А.П. К вопросу о повышении эффективности методики определения качества семян при производстве яровой мягкой пшеницы / Глинушкин А.П. // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2011. Т. 31. №4. С. 18-20.
15. Каракулев В.В. Мониторинг болезней озимой пшеницы по мезоформам рельефа степной зоны Южного Урала / Каракулев В.В., Глинушкин А.П., Соловых А.А., Райов А.А. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. №3 (41). С. 66-72.