

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Юго-Востока

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ПОСЕВНЫХ
ПЛОЩАДЕЙ И ПОСТРОЕНИЯ ПОЛЕВЫХ
СЕВООБОРОТОВ В РАВНИННЫХ
АГРОЛАНДШАФТАХ ЗАСУШЛИВОГО
ПОВОЛЖЬЯ**

Методические рекомендации

Саратов 2017

УДК 631.153:631.582(470.4)

Рекомендации: Методические основы оптимизации структуры посевных площадей и построения полевых севооборотов в равнинных агроландшафтах засушливого Поволжья // ФГБНУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», Саратов, 2017 г. 14 с.

Рекомендации подготовили: Ю.Ф. Курдюков, Г.В. Шубитидзе, З.М. Азизов, Л.Б. Сайфуллина, Н.Г. Левицкая, С.В. Брель, Е.А. Клипина.

В рекомендациях изложены экспериментальные данные по влиянию возделываемых культур и видов севооборотов на водно-физические, агрохимические, фитосанитарные и биологические свойства почвы, продуктивность пашни как теоретической основы построения севооборотов в засушливом регионе. Предлагаются основные принципы, которые должны учитываться при построении севооборотов для равнинных агроландшафтов засушливого Поволжья.

Рекомендации предназначены для руководителей, специалистов и предпринимателей в области земледелия, научных сотрудников и студентов аграрных учреждений.

Содержание

Введение	4
1. Агрофизические свойства почвы в севооборотах	7
2. Содержание влаги под культурами севооборотов	8
3. Засоренность посевов в зависимости от предшественников и вида севооборота	9
4. Изменение биологических свойств почвы в зависимости от предшественника и вида севооборота	12
5. Пищевой режим после разных предшественников в севооборотах	18
6. Урожайность озимой и яровой пшеницы после разных предшественников и выход зерна в зависимости от вида севооборота	19
7. Принципы построения полевых севооборотов	24
Список литературы	35

Введение

Территория Саратовской области характеризуется значительным различием почвенно-климатических и организационно-экономических условий, которые влияют на продуктивность и эффективность сельскохозяйственного производства и прежде всего, растениеводства. В области наблюдается явно выраженный переход от районов с хорошей обеспеченностью влагой (1-3 микрозоны) к слабозасушливым (4-5 микрозоны) и районам с острым дефицитом влаги (6-7 микрозоны). Это подтверждается показателем ГТК, который уменьшается от 1,0 в Западной правобережной до 0,5 - в Юго-восточной левобережной микрозонах.

В этом же направлении наблюдается изменение почвенного плодородия: оно ухудшается от лесостепных районов с черноземными почвами к полупустынным районам с каштановыми и светлокаштановыми. Содержание гумуса в почве снижается от 6-8 % до 1,5–3 %.

В регионе острую актуальность приобрела проблема глобального потепления климата. Скорость роста среднегодовой температуры воздуха в Саратове, начиная со второй половины 60-х годов прошлого века, составляет $0,36^{\circ}\text{C}/10$ лет. Возросла повторяемость устойчивых интенсивных засух. Одним из первых А. И. Шишкин [15] подчеркнул, что «засуха степного края происходит главным образом не от недостатка выпадающей в течение года влаги, а от неравномерного ее распределения». Аналогичное мнение высказал Н. М. Тулайков [14]: «...в большинстве случаев главная беда засушливого района не в том, что мы имеем абсолютно малое количество осадков в год. Все дело в том, что осадки эти выпадают в высшей степени непостоянно и неравномерно».

Гидротермические условия, складывающиеся в период вегетации возделываемых культур, влияют на устойчивость производства растениеводческой продукции, проявляющуюся в значительных колебаниях его по годам. Так, колебания производства зерна в области за последние 10 лет составляют от 1,03 млн. т до 4,0 млн.т, что свидетельствует о высокой зависимости сельского хозяйства от погодных условий.

Колебания урожайности зерновых культур и валового сбора зерна существенно определяет структура посевных площадей. При отсутствии регулируемого рынка видовой состав культур и их удельный вес зависят от устанавливаемых цен на продукцию растениеводства.

В последнее время в области с учетом сложившихся рыночных отношений, экономической эффективности производства зерновых и кормовых культур, уменьшения внутрихозяйственных потребностей в фуражном зерне и в кормах произошла заметная трансформация в структуре посевных площадей по природно-экономическим микроразонам. Увеличилась площадь чистых паров, озимой пшеницы, при одновременном сокращении овса, проса, ржи, гречихи, однолетних и многолетних трав, силосных культур. Резко возросла площадь посева подсолнечника.

Вследствие сокращения площади средоулучшающих культур, особенно однолетних и многолетних трав, силосных культур, ржи, проса, незначительной площади зернобобовых культур, снизилось качество предшественников: основными предшественниками зерновых культур стали зерновые. Это ведет к существенному ухудшению фитосанитарного состояния почвы и посевов: возрастает засоренность, повышается накопление почвенной инфекции, поражение растений болезнями и вредителями. Подсолнечник часто размещается через 2-3 года по подсолнечнику вследствие этого повышается засоренность полей заразой.

Выгодность возделывания подсолнечника приводит к бесконтрольному увеличению занимаемых им площадей, что создает угрозу эпифитотий и распространения в области болезней этой культуры.

Сокращение видового состава возделываемых культур снижает устойчивость агрофитоценозов к действию абиотических стрессоров. Урожайность большинства сельскохозяйственных культур по микроразонам области в 2011-2015 годы снизилась или осталась на уровне 1986 -1990 гг. Остается крайне низкой урожайность таких ценных культур как просо-11,6 ц/га, гречиха-8,8 ц, зернобобовые -7,9 ц, овес -14,6 ц, яровая пшеница -13,1 ц, подсолнечник -10,4 ц/га. В связи с низкой урожайностью и невысокой реализационной ценой воз-

дельвание овса, проса, озимой ржи, яровой пшеницы и некоторых других культур в отдельных микрizonaх нерентабельное. Значительное снижение урожайности произошло по однолетним и многолетним травам.

В засушливых условиях региона урожайность сельскохозяйственных культур зависит от комплекса факторов, среди которых решающее значение имеют гидротермические условия, складывающиеся в период вегетации. Но реализация потенциала урожайности культур во многом зависит и от применения адаптированных к местным условиям элементов технологий возделывания.

Одно из направлений ослабления воздействия засух на товаропроизводителя - совершенствование организационных и агротехнических мероприятий ведения сельскохозяйственного производства. С учетом изменения в экологии региона должны вводиться необходимые коррективы в структуру посевных площадей и технологии возделывания культур.

Производство зерна остается главным направлением развития сельского хозяйства микрoзон. Исходя из экономической эффективности культур дальнейшее развитие должно получить производство ценных зерновых, зернобобовых культур, кукурузы и сорго на зерно. Для повышения эффективности пищевого и кормового использования зерна кукурузы, сорго и сои в области необходимо развитие технологии его сушки и глубокой переработки.

Важным направлением увеличения производства зерна и повышения его устойчивости - расширение ассортимента возделываемых культур. Одно из основных условий решения этого вопроса - восстановление животноводства. Для удовлетворения потребности животноводства в необходимых видах кормов сельскохозяйственным предприятиями и КФХ создается необходимость в увеличении площади кормовых культур. Личные хозяйства населения для производства животноводческой продукции должны обеспечиваться путем реализации им соломы и зерна сельхозорганизациями и КФХ и использования естественных сенокосов и пастбищ.

В повышении эффективности и устойчивости земледелия в Саратовской области решающее значение имеют научно обоснованное размещение культур

по районам и микрорайонам, применение рациональной структуры посевных площадей и освоение экономически обоснованных севооборотов.

Структура посевов рациональная, если соответствует природно-экономическим условиям каждого хозяйства и обеспечивает не только повышение урожайности и устойчивости производства зерна, но и рост прибыли, рентабельность производства, сокращение потребностей АПК в трудовых ресурсах и технике, способствует повышению плодородия почвы. Обоснованная структура посевных площадей является основой для построения севооборотов.

Севообороты - стержень систем земледелия, основа организационно - агротехнических мероприятий. В настоящее время в большинстве хозяйств Саратовской области в связи с определяющей ролью коммерческого фактора севообороты нарушены. В зависимости от площади пашни в хозяйстве она поделена на множество полей (точнее рабочих участков) - 30-40 и более, что затрудняет размещение культур по предшественникам, применение систем основной обработки почвы, внесения удобрений и защиту от вредных организмов.

Набору культур, возделываемых в севооборотах, принадлежит ведущая роль в регулировании водного режима, агрохимических свойств и биологического состояния почвы, в повышении эффективности использования пашни.

Возделываемые в севооборотах культуры влияют на водно-физические, химические и биологические свойства почвы.

1. Агрофизические свойства почвы в севооборотах

Весной большей плотностью в слое 0-30 см отличается почва после озимой пшеницы и поздних культур - $1,09-1,11 \text{ г/см}^3$, меньшей – после яровой пшеницы – $1,06 \text{ г/см}^3$. К уборке плотность почвы после указанных предшественников повышается и выравнивается $-1,17-1,18 \text{ г/см}^3$.

Физические свойства почвы, условия жизни культурных растений и микрофлоры зависят от характера макроструктуры.

Выяснено, что макроструктурная система черноземных и каштановых почв довольно устойчивая.

Так, количество водопрочных агрегатов больше 0,25 мм в слое почвы 0-30 см в бессменном пару и в севообороте на черноземных почвах уменьшается лишь на 2,2-2,4% по сравнению с залежью (78,8%), т.е. наряду с разрушением структуры механической обработкой происходит ее восстановление.

Весной, а также при уборке культур и посеве озимых различия в содержании водопрочных агрегатов в паровом поле, под озимой и яровой пшеницей, кукурузой находились в пределах 1,6-1,7%. Под многолетними травами 2 года пользования их было на 2,0% больше, чем под яровой пшеницей с подсевом трав. Под яровой пшеницей, размещенной по обороту пласта, содержание агрегатов было таким же, что и в начале звена. Считается, что почвы, содержащие в пахотном слое не менее 40% водопрочных агрегатов больше 0,25 мм, обладают устойчивым сложением [7]. Следовательно, вид полевого севооборота существенного влияния на агрофизические свойства почвы не оказывает.

2. Содержание влаги под культурами севооборотов

Фактором, определяющим уровень урожайности сельскохозяйственных культур в степных районах Поволжья, является обеспеченность растений влагой. Обеспеченность влагой озимых культур проявляется уже при посеве [5,8,17]. В наших опытах в среднем за 20 лет на участках с чистым паром в слое 0-150 см содержалось 142 мм доступной влаги, с занятым - 72 мм. После возобновления вегетации озимой пшеницы весной преимущество чистого пара перед занятым по содержанию почвенной влаги в слое 0-150 см уменьшается до 12 мм.

Накопление весенних запасов влаги в почве зависит от количества неиспользованной влаги культурой, занимающей поле и осадков в осенний и холодный периоды года.

Большее количество влаги (81 и 70 мм) остается после уборки поздних культур (кукурузы, проса). Это связано с более продолжительным периодом их вегетации и удовлетворением потребности во влаге за счет выпадающих осадков [14]. Из ранних культур - горох оставляет 77 мм влаги в почве, яровая пше-

ница - 59 мм, ячмень - 53 мм и овес - 47 мм. Особенно интенсивно используют влагу из почвенных запасов многолетние травы.

Почва после предшественников, оставляющих большее количество неиспользованной влаги, меньше ее поглощает из осадков осенне-зимнего периода.

Значение весенних запасов почвенной влаги для роста и развития озимой и яровой пшеницы снижается во влажные годы и повышается в засушливые. Из общего количества воды, расходуемой озимой пшеницей за вегетационный период на формирование урожая, на долю весенних запасов почвенной влаги во влажные годы приходится 37 - 42%, в сухие - 73-75%, яровой - соответственно 35-38 и 70-71%.

У поздних яровых культур, в частности, проса зависимость урожайности от весенних запасов влаги в почве оценивается как умеренная ($\eta = 0,685 \pm 0,09$).

Баланс влаги в паровом поле, под озимой пшеницей в севооборотах с разной продолжительностью ротации не имел заметных различий. Так, после возобновления вегетации весной под озимой пшеницей в 2-польном и 6-польном севооборотах в полутораметровом слое содержалось одинаковое количество доступной влаги - 190 мм. Действие чистого пара на водный режим почвы ограничивается полем озимых культур. Продолжительность ротации севооборотов на водный режим культур не влияет.

Значительные колебания осадков по годам и их неравномерное распределение в течение вегетационного периода являются основной причиной изменений урожайности зерновых культур в степных районах Саратовской области.

3. Засоренность посевов в зависимости от предшественников и вида севооборота

Урожайность сельскохозяйственных культур во многом определяется степенью засоренности полей, которая существенно изменяется в зависимости от предшественников и вида севооборота.

Важная сороочищающая роль черного пара отмечается во многих научных работах. Указывается, что его положительное последствие на степень засоренности проявляется на все культуры в севообороте [6,16].

Значительное угнетение корнеотпрысковых сорняков достигается при уходе за чистым паром. Положительное сороочищающее влияние пара заметно проявляется в следующих за ним полях севооборота. В опытах при размещении озимой пшеницы по черному пару ее посевы весной были засорены в 1,6 раза меньше корнеотпрысковыми сорняками и в 3,7 раза – однолетними, чем по занятому пару (вика с овсом на сено).

Надземная масса, формируемая озимыми культурами, подавляет рост и развитие многолетних и однолетних сорняков. Преобладающая их часть остается в нижнем ярусе. Число многолетников к уборке изменяется незначительно.

Но чистый пар не уничтожает многолетники, поэтому при корнеотпрысково-малолетнем типе засоренности полей в посевах второй после него культуры число сорняков в большинстве лет превышало экономический порог вредности, создавалась необходимость в применении химической прополки.

В посевах яровой пшеницы, следующей в 6-польном зернопаропропашном севообороте после озимой пшеницы по чистому пару, число корнеотпрысковых сорняков увеличивалось до 6,9 шт./м², по занятому - до 10,8 штук, после озимой ржи по занятому пару - до 8,6 шт.

При возделывании многолетних трав почва уплотняется, что ухудшает рост подземных органов корнеотпрысковых сорняков. В яровой пшенице по пласту многолетних трав и после озимой пшеницы по чистому пару засоренность корнеотпрысковыми сорняками в среднем за 10 лет была близкая - 6,3 и 6,9 шт./м².

Посевы яровой пшеницы, следующей в зернопаропропашном севообороте после кукурузы, и в зернопаровом - после проса с химпрополкой посевов, засорялись сорняками, в том числе и корнеотпрысковыми так же, как при размещении после яровой пшеницы.

Яровая пшеница, размещаемая после гороха, засорялась сорняками в такой же степени, что и после яровой пшеницы. Так, в фазу кущения пшеницы, следующей после гороха, число всех сорняков на 1 м² составляло 51,4 шт., корнеотпрысковых - 10,4 шт., после яровой пшеницы - соответственно 56,2 и 11,1 шт.

Формируемая ячменем надземная масса подавляла рост и развитие, а более ранние сроки уборки и обработки почвы способствовали некоторому снижению засоренности посевов следующей за ним яровой пшеницы корнеотпрысковыми сорняками (7,8 шт./м²) по сравнению с горохом и яровой пшеницей. После овса уменьшалась засоренность посевов пшеницы однолетними сорняками.

Внесение удобрений под яровую пшеницу с учетом создания оптимального уровня минерального питания повышало засоренность ее посевов. Число однолетних сорняков при размещении пшеницы после чистого пара, кукурузы и проса на фоне с внесением удобрений в фазу кущения было в 1,5 - 3 раза выше, чем без удобрений.

Меньшее засорение посевов стало одной из основных причин преобладающего в производственных условиях зоны размещения яровой пшеницы после озимых.

Засоренность посевов значительно изменяется от продолжительности ротации севооборота. С сокращением длины ротации и ускорением возвращения пара на поле возрастает его роль в очищении почвы от трудноискоренимых корнеотпрысковых сорняков. Так, в 6-польном зернопаропропашном севообороте их число в посевах яровой пшеницы, следующей после озимой, составляло 7,0 шт./м² и в 80% лет создавалась необходимость в применении химической прополки. В 4-польном зернопаровом севообороте корнеотпрысковых сорняков было 3,8 шт./м². Гербициды использовали в одном из полей севооборота (на посевах проса или яровой пшеницы). Введение таких севооборотов позволяет сократить применение гербицидов не менее, чем на 50% севооборотной площади. В 3-польном севообороте засоренность посевов яровой пшеницы корнеотпры-

сковыми сорняками снизилась до 2,8 штук. Гербициды в севообороте не применяли.

Наибольшей засоренностью многолетними и однолетними сорняками (соответственно 8,3 и 89,6 шт./м²), несмотря на ежегодное проведение химической прополки, отличались бессменные посевы пшеницы.

Следовательно, одним из радикальных агротехнических приемов очищения полей от сорняков является переход к севооборотам с короткой ротацией и увеличение удельного веса чистого пара. В этом случае уменьшаются затраты на применение гербицидов и негативное их воздействие на окружающую среду.

4. Изменение биологических свойств почвы в зависимости от предшественника и вида севооборота

Севообороты - важнейшее звено биологического земледелия. В севооборотах, отличающихся по набору культур, в почву поступает различное количество и качество пожнивно-корневых остатков. Влияние агроэкосистем на плодородие почвы определяется размерами и качеством поступающего в почву органического вещества, которое варьирует в широких пределах в зависимости от культуры, климатических и почвенных условий, технологии возделывания [4, 11, 18]. Они влияют на активность и направленность почвенно-микробиологических процессов, формирование пищевого режима и урожайность возделываемых культур.

Большее их количество остается после многолетних трав - 11,08 т/га. После кукурузы количество растительных остатков составляло 5,02, озимой ржи - 6,17, яровой пшеницы - 5,02, гороха - 3,84 т/га. Масса пожнивно-корневых остатков в пахотном слое состоит из заделанных в почву остатков после уборки культуры и минерализованных в разной степени остатков прошлых лет.

Возделываемые культуры отличаются по химическому составу. Так, в среднем по многолетним данным, в надземной массе растений люцерны содержалось 2,55% азота, кукурузы - 1,31%. Значительно меньше его содержалось у

колосовых злаков: у озимой ржи - 0,68, озимой пшеницы - 0,58, яровой пшеницы - 0,64%.

В растениях люцерны, кукурузы и гороха больше содержится фосфора и калия - соответственно 0,45 и 2,92%, 0,44 и 2,68%, 0,33 и 2,34%. Меньшее их количество содержится в растениях злаковых культур: у озимой ржи - 0,18 и 1,87%, озимой пшеницы - 0,14 и 1,60%, у яровой пшеницы - 0,19 и 1,79%.

С химическим составом поступающих в почву пожнивно-корневых остатков связана интенсивность разложения.

Уменьшение массы пожнивно-корневых остатков яровой пшеницы в пахотном слое за сельскохозяйственный год составляло 23,8%, люцерны - 45,5%.

Насыщение севооборотов зерновыми культурами и накопление в почве их остатков нарушает сложившееся в ней экологическое равновесие, снижает биологическую активность почвы, замедляет процессы разложения органического вещества [1].

Деятельность почвенных микроорганизмов усиливается в паровых полях и под пропашными культурами.

Под растениями сплошного посева вследствие меньшего увлажнения почвы в пахотном слое в весенне-летний период, чем на паровом поле, растительные остатки разлагаются медленнее. За сельскохозяйственный год в лабораторно-полевых опытах солома злаков под яровой пшеницей разлагалась на 37-39%, в паровом поле - на 59-64%. В течение двух лет солома в пахотном слое разлагалась на 72,5 - 90,0%.

Из приведенных результатов исследований следует, что пожнивно-корневые остатки, попадающие в почву, в течение года полностью не разлагаются. В степных районах количество остатков в почве может увеличиваться за счет уменьшения разложения в годы с сухой осенью и засушливой весной. В этих случаях возрастает масса разлагающихся остатков в благоприятные по увлажнению годы.

В связи с тем, что количество и качество растительных остатков после возделываемых в севооборотах культур неодинаковое, имеет разную питатель-

ную ценность, изменяется и состав микробных комплексов. Так, под яровой пшеницей, выращиваемой бессменно, происходит снижение биологической активности в результате поступления в почву однотипных растительных остатков (табл. 1).

Таблица 1. Влияние удобрений на состав микрофлоры и биологическую активность почвы под бессменной твердой пшеницей и в севообороте

Показатели биологической активности	Единицы измерения	Варианты удобрений				
		без удобрений	NPК	сидерат	NPК+ сидерат	севооборот
Микрофлора						
бактерии:	КОЕ, тыс./г					
аммонифицирующие	"	15500	21400	28300	19600	23000
использующие минеральный азот	"	18000	23200	35200	22800	29100
олигокарбофилы	"	19800	23200	30100	27100	22000
олигонитрофилы	"	19200	27900	35000	37400	30700
автохтонные	"	6200	12200	19000	16000	19300
споровые	"	1530	2110	2450	2160	1940
неспоровые пигментированные	"	1100	1200	2400	4000	1700
маслянокислые	"	25	60	110	60	25
минерализаторы органофосфатов	"	260	350	420	240	540
актиномицеты	"	5600	6300	5400	7200	2900
грибы	"	41	44	53	53	41
конидии патогена <i>N. sativum</i>	шт./г	68	167	25	62	12
общая биогенность	млн./г	87	118	158	136	133

Биохимические показатели						
Выделение CO ₂	мг/кг	1,72	1,84	2,44	2,06	2,21
Нитратонакопление	NO ₃ мг/100 г	3,1	3,2	4,9	4,9	1,9
Разложение целлюлозы	%	29,0	30,2	34,6	30,3	33,5
Ферменты: инвертаза уреаза ПФО ПО ПФО/ПО	глюкоза, мг/час NH ₃ , мг/г пурпургаллин, мг/г	21,7 0,55 41,7 26,1 1,59	34,5 0,77 37,8 20,4 1,85	37,1 0,55 33,3 20,5 1,62	26,0 2,12 43,5 22,5 1,93	29,5 следы 32,1 24,0 1,33
Урожайность пшеницы	ц/га	15,1	16,4	16,6	18,2	18,3

В звеньях 9-польных зернопаропропашного (с викой и овсом) и зернопаротравяного (с люцерной) севооборотов в почву поступает легкогидролизируемое органическое вещество, наблюдается сбалансированность биологических процессов, т.к. коэффициенты, отражающие активность почвенных процессов, близки к единице.

Особо следует отметить повышение активности педотрофов, участвующих в круговороте (синтезе-минерализации) гумусовых веществ. Численность этой группы микроорганизмов была заметно выше в почве залежи, 6, 7 и 9-польных севооборотов - 7,8 - 12,2 млн. КОЕ/г против 4,6 - 4,8 - в 2 и 3-х польных.

При насыщении севооборотов зерновыми культурами в почву поступают трудноразлагаемые микроорганизмами растительные остатки. При этом преимущественное размножение получают грибы, среди которых развиваются фитопатогенные, вызывающие корневые гнили. Так, в 2, 3-польных севооборотах, где в почву поступают растительные остатки только пшеницы, в 1 г почвы содержалось 100 – 135 шт. конидий, тогда как в 6,7-польных – 45-50 конидий гриба *Helminthosporium sativum*.

Это объясняется тем, что уровень фунгистатического потенциала почвы зависит от общей биогенности, которая определяется разным качеством легко-гидролизуемого микроорганизмами органического вещества.

Установлено, что в 2 и 3-х полевых зернопаровых севооборотах общая биогенность ниже, чем в 6-польном зернопаропропашном и составила 46-48 против 77 млн./г почвы (рис. 1).

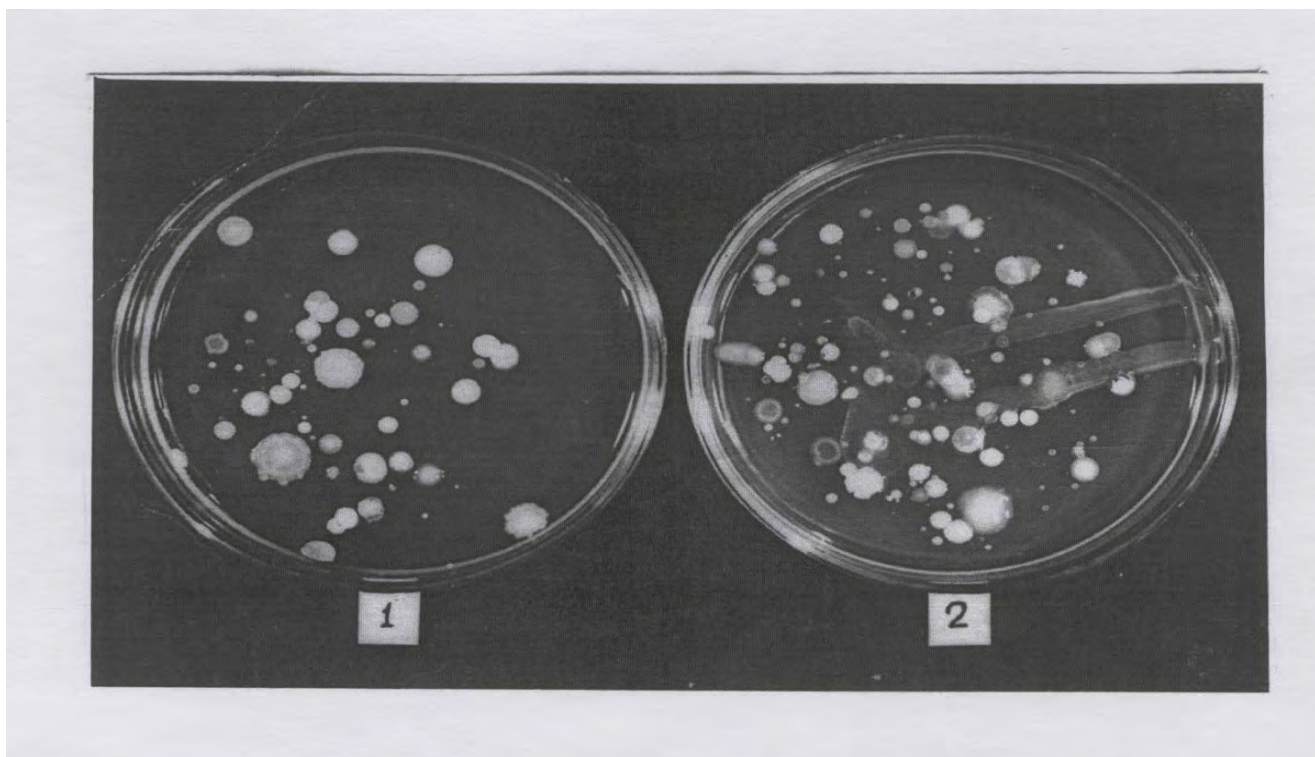


Рис. 1. Размножение бактерий в почве:

1. 2-польный зернопаровой севооборот

2. 6-польный зернопаропропашной севооборот

Неоднозначное влияние на адаптивность биологических процессов в почве, гумусообразование и фитосанитарное состояние почвы оказывают не только предшественники, но и набор культур в звеньях севооборотов [2].

Изменение возделываемых в звеньях севооборотов культур сказывается на уровне эффективного плодородия. Сравнение биологических показателей плодородия почвы в бессменных посевах и звеньях севооборотов свидетельствует, что введение в звено парового поля приводит к активизации процессов минерализации органического вещества (коэффициент минерализации 1,25 против 1,07). Особенно четкое положительное влияние на показатели биологической активности оказало включение в севооборот, кроме пара, кукурузы

(зернопаропропашной). Коэффициент минерализации органического вещества повысился до 1,62, процесс накопления нитратов – с 64 до 78 мг/кг почвы, разложение целлюлозы возросло - с 28 до 38%.

Различные агротехнические фоны обеспечивают формирование различной массы микроорганизмов. Наибольшее их количество содержится в почве на залежи. В почве бесменного пара содержание углерода в микробной биомассе снизилось по сравнению с залежью более чем в 2 раза. Это обусловлено отсутствием притока свежего органического вещества. Близкое количество микроорганизмов содержалось в почве на участках с бесменным возделыванием яровой пшеницы. Поступление в почву трудно поддающейся гидролизу целлюлозоразлагающими микроорганизмами соломы пшеницы в засушливых условиях Нижнего Поволжья не обеспечивает развитие аэробных хемоорганогетеротрофных микроорганизмов достаточным количеством энергетического материала. В связи с поступлением в почву 2-польного севооборота большого количества соломы после озимой пшеницы по сравнению с яровой пшеницей в 7-польном зернопаропропашном, которая за год не разлагается, прослеживается снижение в нем биомассы микроорганизмов.

Представляет практический интерес зернопаротравянопропашной севооборот, включающий пропашную культуру (кукуруза) и 2 поля многолетних бобовых трав. Масса микроорганизмов, использующих легкоподвижные органические соединения, в поле с оборотом пласта выравнивается с их содержанием в почве залежи (табл.2).

Таблица 2. Влияние агротехнических фонов на содержание углерода в микробной биомассе в почве (См), мг/кг

Агротехнические фоны	Сроки определения	
	май	сентябрь
Залежь (71 год)	451,1 ± 35,9 ^x	530,4 ± 29,2
Бесменный пар (48 лет)	193,5 ± 15,5	262,3 ± 26,1
Бесменный посев яровой пшеницы (37 лет)	159,8 ± 13,0	274,3 ± 25,3
11-польный зернопаротравянопропашной севооборот (71 год), оборот пласта	445,5 ± 24,5	540,0 ± 14,6
2-польный зернопаровой севооборот (25 лет), черный пар	284,7 ± 24,2	346,1 ± 21,2

7-польный зернопаропропашной севооборот (37 лет), черный пар	307,6 ± 18,2	396,2 ± 7,2
--	--------------	-------------

Примечание: ^x стандартное отклонение

Таким образом, одна из основных причин снижения урожайности при насыщении севооборотов зерновыми колосовыми культурами - поступление в почву однотипных трудногидролизуемых растительных остатков, способствующих размножению патогенов, в частности, *Helminthosporium sativum*, ухудшению биологического ее состояния. Создание агроэкосистем с большим видовым разнообразием повышает их продуктивность и экологическую устойчивость.

5. Пищевой режим после разных предшественников в севооборотах

С трансформацией микроорганизмами органического вещества, поступающего в почву, в значительной степени связано формирование пищевого режима после разных культур.

В период весенне-летнего ухода за чистым паром в почве накапливается 70-100 кг/га нитратного азота (более 20 мг/кг), после непаровых предшественников – 10-14кг/га (5-7мг/кг).

В зависимости от вида севооборота в почву парового поля поступает разное количество труднорастворимых растительных остатков. Так, в 2-польном зернопаровом севообороте в паровом поле после озимой пшеницы их оказалось больше, чем в 7-польном после ячменя. Это привело к снижению биологической активности почвы и ухудшению ее азотного режима. Осенью в фазе кущения озимой пшеницы, размещенной по пару в 2-польном севообороте, в слое почвы 0-40 см в среднем за 8 лет содержалось 15,7 мг/кг нитратного азота, в 7-польном -18,8 мг/кг.

В среднем за 11 лет после озимой ржи и пшеницы по чистому и занятому парам, проса, яровой пшеницы в слое 0-30 см к посеву яровой пшеницы накапливалось практически одинаковое количество нитратного азота – 7,2-7,7 мг/кг. Эти предшественники имеют средний фон по обеспеченности азотом. Большое количество содержалось в почве после кукурузы – 9,1 мг и многолетних трав –

10,7 мг/кг, что является следствием повышения биологической активности после их уборки.

Улучшение азотного питания после зернобобовых можно объяснить снижением иммобилизации нитратного азота при разложении растительных остатков, поступающих в почву. Содержание нитратного азота в почве к весне может повышаться за счет остаточных его запасов, не использованных предшественников в засушливые годы, а также в годы с сухим типом погоды в осенний период. После многолетних трав количество нитратного азота повышается, если в предшествующем году сложились благоприятные условия для их роста и разложения растительных остатков.

По содержанию подвижного фосфора можно отметить тенденцию к уменьшению его количества в почве при размещении яровой пшеницы после многолетних трав, озимой пшеницы и ржи по занятому пару – 37,1-37,7 мг по сравнению с посевом после кукурузы, проса и яровой пшеницы – 39,7-41,3 мг/кг, что свидетельствует о более высоком уровне его потребления этими культурами.

Влияния разных видов севооборотов на динамику подвижного фосфора и калия в почве не отмечено.

6. Урожайность озимой и яровой пшеницы после разных предшественников и выход зерна в зависимости от вида севооборота

Набор культур в севообороте определяет продуктивность использования пашни.

Бесспорно, что наибольшую устойчивость возделывания озимых культур обеспечивает чистый пар. Некоторые считают, что самое дешевое зерно в Поволжье производится в двухпольном севообороте [12]. Севообороты с короткой ротацией – чистый пар, озимая пшеница; чистый пар, озимая пшеница, озимая пшеница – рекомендуются в засушливой зоне Ставропольского края [10].

Но увеличение удельного веса чистого пара в севообороте приводит к усилению процессов минерализации органического вещества почвы, его раз-

рушению. В 2 - 3 -польных зернопаровых севооборотах коэффициент минерализации составляет 1,62, в 4-польном зернопаровом - 1,25 против 0,6 - в 7-польном зернопаровом. В связи с этим применение в производстве двухпольных севооборотов нецелесообразно. Расширение площади посева озимых культур в области в дальнейшем должно происходить не за счет увеличения удельного веса чистых паров, а посева их по занятым парам и непаровым предшественникам. Это относится, прежде всего, к правобережным микроразонам, где повторяемость влажного типа погоды в августе-сентябре составляет 53 - 68% лет.

Следует иметь в виду, что в некоторых хозяйствах получают устойчиво урожайность яровой пшеницы 15 -18 ц/га и более. Поэтому решение о целесообразности увеличения площади посева озимой пшеницы и сокращения яровой в каждом хозяйстве должно приниматься с учетом достигнутых результатов.

На основании проведенных исследований установлено, что зернопаровые севообороты по выходу зерна со 100 га пашни имеют преимущество по сравнению с зернопаропропашными. Так, в 7-польном зернопаропропашном севообороте выход зерна в 2006-2016 гг. составил 114,9 т, в 6-польном – 102,2 т, в 7-польном зернопаровом – 142,1 т. Зернопаровые севообороты с короткой ротацией по выходу зерна со 100 га севооборотной площади не уступают севооборотам с более продолжительной ротацией, в частности, 7 - польному. В 4 - польном зернопаровом севообороте, в котором возделывались озимая и яровая пшеница, просо, с этой же площади собрали 155,6 т (табл. 3).

Таблица 3. Выход зерна со 100 га пашни, т

№	Вид севооборота	2006 – 2016 гг.			2013-2016 гг.
		влажные	сухие	в среднем	
1	Пар, озимая пшеница	158,2	66,6	140,5	155,0
2	Пар, озимая пшеница, яровая мягкая пшеница	146,0	59,6	128,5	136,2
3	Пар, озимая пшеница, просо, яровая мягкая пшеница	183,0	128,0	155,6	192,0
4	Пар, озимая пшеница, яровая твердая пшеница, пропашные, яровая	137,4	87,0	102,2	150,0

	мягкая пшеница, яровая мягкая пшеница				
5	Пар, озимая пшеница, яровая твердая пшеница, просо, яровая мягкая пшеница, яровая мягкая пшеница, ячмень	176,2	108,0	142,1	186,7
6	Пар, озимая пшеница, яровая твердая пшеница, пропашные, яровая мягкая пшеница, просо, ячмень	146,4	103,4	114,9	159,0
7	Пар, озимая пшеница, просо, яровая пшеница + травы, травы 1-го года, травы 2-го года пользования, яровая твердая пшеница, яровая мягкая пшеница, ячмень	164,4	112,4	148,4	171,0

Меньшее количество зерна со 100 га пашни получено в 2013-2016 гг. и в 9 - польном зернопаротравяном севообороте – 171,0 т, в 4- польном зернопаровом – 192,0 т, в 7- польном – 186,7 т.

В севооборотах с травами, продукция которых не учитывается, снижается выход зерна с единицы площади. Но, если многолетним травам найти рациональное применение (корм, семена, заделка зеленой массы), то в этом севообороте за те же годы будет наибольший выход зерна - 219,8 т. Это свидетельствует о том, что урожайность зерновых культур в зернопаротравяном севообороте выше, чем в других. Так, урожайность твердой пшеницы по пласту люцерны составила 13,4 ц/га, мягкой пшеницы по обороту пласта -15,7 ц/га (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность яровой пшеницы в зависимости от предшественников, ц/га

Предшественник	2006 – 2016 гг.		
	влажные	сухие	в среднем
Яровая твердая пшеница			
Озимая пшеница по чистому пару	13,5	6,5	10,0
Пласт люцерны	17,9	8,9	13,4
Яровая пшеница бессменно	10,9	6,3	8,9
Яровая мягкая пшеница			
Просо	14,7	8,5	11,7
Пропашные	17,1	9,1	13,1
Яровая пшеница	15,4	9,4	12,4
Оборот пласта люцерны	19,2	12,2	15,7

Яровая пшеница бессменно	13,3	7,3	10,3
--------------------------	------	-----	------

Следует обратить внимание на то, что последствие трав на урожайность зерновых культур в 9-польном севообороте достоверно проявляется в течение семи лет. Так, урожайность яровой твердой пшеницы по пласту трав получена в среднем за 19 лет 16,0 ц/га; ячменя, завершающего ротацию севооборота, - 24,9 ц, проса - 28,9 ц; яровой мягкой пшеницы с подсевом многолетних трав - 16,0ц /га; в других севооборотах – соответственно 12,0 – 12,8ц, 19,7-21,3ц, 23,1 – 26,8ц и яровой пшеницы - с 14,1-15,3 ц/га.

Продолжительное последствие после распашки люцерны связано с тем, что в почве остается более 200 кг/га азота. Хорошо развитая ее корневая система размещается не только в пахотном слое, где основная часть разлагается в течение двух - трех лет, но и в подпахотном. В плотной почве разложение корней замедляется. К тому же, улучшается проникновение в глубь почвы корней культур, следующих за травами.

Таким образом, количество и качество оставляемых на поле растительных остатков определяют средообразующую роль возделываемых в полевых севооборотах культур. В степных районах Поволжья введение в севообороты культур с более ранним сроком уборки и узким отношением С:N в органических остатках активизирует почвенно-микробиологические процессы, что обеспечивает улучшение пищевого режима и повышение урожайности следующих культур в севооборотах. Наиболее продолжительное последствие в севообороте имеют многолетние бобовые травы.

Положительное влияние хороших предшественников в большей степени проявляется в годы с благоприятной влагообеспеченностью культур в период вегетации. В засушливые годы существенное преимущество имеют те из них, после которых в почве содержится больше влаги и питательных веществ.

На основании многолетних наблюдений за динамикой погодных условий и урожайностью дана биоэнергетическая оценка эффективности возделывания зерновых культур разных биологических групп. Наибольшее количество энер-

гии в урожае накапливала озимая пшеница – в среднем 50730 МДж/га, что в 2,2 раза больше, чем у яровой пшеницы и в 1,2 раза выше, чем у проса. Более высокий коэффициент энергетической эффективности был у проса – 6,89. Это объясняется относительно низкими энергозатратами на возделывание культуры и высоким содержанием энергии в 1 кг зерна – 19,70 МДж. У озимой пшеницы он составлял 4,06, у яровой – 2,76. Гидротермические ресурсы территории лучше используют озимая пшеница и просо, хуже – ранняя яровая культура яровая пшеница.

В различных агроэкосистемах проведены расчеты энергии урожая и энергии возделывания культур [9]. Наибольший выход валовой энергии основной продукции с одного гектара пашни получен в 4 и 7 – полевых зернопаровых севооборотах, в которых возделывались культуры трех биологических групп. Биоэнергетический коэффициент составил соответственно 4,50, 3,68 и 3,84, 3,17 (табл. 5).

Таблица 5. Биоэнергетическая эффективность агроэкосистем в годы с засушливыми ($0,6 < ГТК < 1,0$) и сухими ($ГТК \leq 0,6$) условиями увлажнения в мае-июне

Агроэко-система	$0,6 < ГТК_{v-vi} < 1,0$			$ГТК_{v-vi} \leq 0,6$		
	энергия урожая, МДж/га	энергия возделывания, МДж/га	биоэнергетический коэффициент	энергия урожая, МДж/га	энергия возделывания, МДж/га	биоэнергетический коэффициент
2-полевой зернопаровой	23 853	6 232	3,83	22 454	6 222	3,61
3-полевой зернопаровой	26 551	6 976	3,81	20 889	6 939	3,01
4-полевой-I зернопаровой	30 690	6 827	4,50	24 955	6 790	3,68
6-полевой-I зернопаро-пропашной	20 163	6 285	3,21	15 876	6 257	2,54
7-полевой-зернопаровой	28 823	7 514	3,84	23 673	7 480	3,17

7. Принципы построения полевых севооборотов

На основании продолжительного изучения различных видов полевых севооборотов выявлены основные принципы, которые должны учитываться при построении севооборотов в отдельных природно-экономических микроразнообразиях и хозяйствах.

Прежде всего, в хозяйстве определяют с учетом перспективы его развития структуру посевной площади: удельный вес чистого пара и площадь посева культур, которые будут возделывать. Выясняют севооборот, в наибольшей степени соответствующий намечаемой структуре.

Многочисленные рабочие участки объединяют в поля севооборота. По площади они не должны отличаться более чем на 10 %. В зависимости от площади пашни, типа агроландшафта и выращиваемых культур в хозяйстве вводят один или 2-3 севооборота. С учетом севооборота проводится корректировка площади посева культур. Объединение рабочих участков в поля позволяет сократить затраты на холостые переезды и обслуживание агрегатов.

Севообороты разрабатываются с учетом структуры посевов, в наибольшей степени соответствующей природно-экономическим условиям каждого хозяйства, обеспечивающей повышение урожайности и устойчивости производства сельскохозяйственной продукции, рентабельности производства, способствующей повышению плодородия почвы.

Одно из требований при разработке севооборотов - адаптивность вводимых в севооборот культур (сортов) к микроразнообразным условиям. Преимущество должно отдаваться наиболее продуктивным и устойчивым в местных условиях культурам (сортам), учитываться биологические их особенности.

Видовой состав вводимых в севооборот культур не может не учитывать востребованность их продукции на рынке. Эффективность использования пашни определяется набором, удельным весом и урожайностью возделываемых культур, соответствием получаемой продукции экономическим требованиям рынка.

В сложившейся к настоящему времени обстановке приоритетное значение имеет возделывание культур, обеспечивающих получение наиболее высоко-

кого уровня экономической эффективности. К ним относятся подсолнечник, озимые, яровая пшеница, ячмень, просо.

Учитывая намечаемый значительный рост производства животноводческой продукции, предусматривается увеличение площади кормовых культур более чем в два раза.

При ограниченном наборе культивируемых растений в большинстве хозяйств, специализирующихся на производстве зерна, размещение их возможно лишь в севооборотах с короткой ротацией - 3-5-польных зернопаровых и зернопаропропашных.

Однако ориентация сельскохозяйственного производства исключительно на конъюнктуру рынка ведет к однообразию культивируемых видов растений, деформации агроценозов и как следствие - к снижению фитомелиоративной роли севооборотов и их продуктивности. Между тем, севообороты являются организационно-агротехнической основой восполнения плодородия почв за счет средоулучшающих культур, улучшения размещения культур, заделки побочной части урожая, применения оптимальной системы удобрений и энергоэкономной системы обработки почвы.

Адаптивный севооборот должен предусматривать пространственно-временную гибкость набора и схем чередования культур с учетом складывающейся обстановки. Особенность формирования урожайности зерновых культур в степной зоне Саратовской области не только в значительных колебаниях погодных условий в период вегетации, но и в изменении в отдельные годы лимитирующих факторов. Так, в течение 34 лет в 39 % лет гидротермический режим в зоне засушливой степи складывался по типу, характерному для лесостепи (годовая сумма осадков более 500 мм), а в 24% лет по типу сухостепной зоны (годовая сумма осадков менее 390 мм). «Подвижность» севооборота предусматривает динамичность площади посева озимых, возможность увеличения их площади за счет занятых паров и непаровых предшественников в годы с оптимальным увлажнением почвы в предпосевной период и рационального их использования под яровые культуры в годы сильной осенней засушливости. На

необходимость придание севообороту «подвижности» обратил в свое время внимание академик Р. Э. Давид [3].

Но конструкция севооборота должна предусматривать его подвижность не только по отношению к озимым культурам, а и к другим, в частности, к яровой пшенице. В севооборотах на яровую пшеницу влияют не только растительные остатки предшественника, но и других предшествующих культур вследствие того, что за год в почве разлагается лишь часть их. В связи с этим качество предшественников может изменяться. Так, в звеньях севооборотов с двумя полями яровой пшеницы урожайность второй пшеницы зависит от погодных условий в период вегетации в предшествующем году.

Изменения урожайности пшеницы от размещения в звеньях значительные: после острозасушливых лет урожайность пшеницы, следующей после пшеницы повышалась на 3,7 - 7,6 ц/га; после благоприятных по увлажнению лет ее урожайность получена ниже на 4,9 - 6,6 ц/га, чем после хороших предшественников. Это объясняется количеством и качеством поступивших в почву растительных остатков и их разложением в разный по увлажнению предшествующий год.

Корректировка в размещении яровой пшеницы по предшественникам в севооборотах после лет с высокой и низкой урожайностью может в определенной степени способствовать повышению продуктивности пашни.

Для подвижных (гибких) адаптивных севооборотов характерно и то, что с учетом конъюнктуры, складывающейся на рынке, представляется возможность увеличить или уменьшить площадь посева отдельных культур или заменить одну культуру другой, более выгодной.

Повышение экологической устойчивости зернового производства, роста величины и качества урожая зерновых культур достигается путем возделывания в агроэкосистемах культур - взаимострахователей.

В 20 годы академик Н. М. Тулайков [13] обратил внимание на возможность повышения устойчивости полеводства в засушливом крае за счет оптимизации структуры посевных площадей. Он писал «целесообразной комбинацией

в севообороте озимых, яровых, пропашных растений хозяин, безусловно, сможет застраховать урожайность полевых угодий в любой по климатическим условиям год».

Рациональное сочетание озимых, ранних и поздних яровых культур, позволяющее эффективно использовать осадки теплого периода года является агротехнической основой повышения устойчивости зернового производства в засушливых условиях области. Принцип компенсационности в разрабатываемых полевых севооборотах, который достигается в степных районах возделыванием в них культур разных биологических групп, позволяет повысить продуктивность пашни. Это связано с тем, что смещение по времени прохождения этапов органогенеза у культур биологических групп, а следовательно несовпадение критических периодов по отношению к факторам внешней среды, позволяет отдельным группам культур «уходить» от неблагоприятно складывающихся условий.

Наличие в севооборотах культур разных биологических групп обеспечивает повышение урожайности и устойчивости производства зерна с севооборотной площади. Так, в 2-польном зернопаровом севообороте с озимой пшеницей выход зерна с единицы севооборотной площади в среднем за 20 лет составил 1,51 т/га, а коэффициент вариации урожайности -44%. Если в севооборот, кроме озимой пшеницы, вводили яровую, то выход зерна, урожайность и ее вариабельность существенно не изменялись -1,54 т/га и 45%. Введение в севооборот, кроме озимой и яровой пшеницы, проса повышало выход зерна с единицы площади пашни до 1,84 т/га в 4-польном зернопаровом севообороте и до 1,78 т/га в 7-польном зернопаровом севообороте. Вариационный коэффициент снижался до 33-36%.

В 4 и 7-польных зернопаровых севооборотах, в которых возделывались культуры трех биологических групп, как было показано выше, получен и наибольший выход валовой энергии основной продукции с одного гектара пашни.

Таким образом, введение в севооборот поздней культуры проса улучшает утилизацию естественных ресурсов окружающей среды и позволяет повысить выход зерна с единицы площади.

В условиях рыночных отношений, когда количество необходимой растениеводческой продукции определяется востребованностью рынка, на части площади вместо проса могут быть размещены другие поздние культуры – гречиха, кукуруза на зерно, сорго.

При разработке структуры посевных площадей и построении севооборотов должен учитываться один из основополагающих принципов – разнообразие (гетерогенность) возделываемых культур как источник поступления органического вещества в почву. Поступление в почву только труднодоступного для микроорганизмов органического вещества, как подчеркивалось раньше, ведет к нарушению экологического равновесия в почве, размножению фитопатогенного гриба. Так, в паровом поле 2 и 3-польных зернопаровых севооборотов число конидий патогена весной содержалось в 2-3 раза больше, чем в 6-польном зернопаропропашном.

Обеднение фаунистического и микробиологического комплексов ведет к снижению биогенности, плодородия почвы и как следствие – устойчивости агроценозов и агроэкосистем в целом.

Обогащение почвы легкогидролизуемым негумифицированным веществом в виде растительных остатков бобовых, зернобобовых и других культур, отличающихся по химическому составу от зерновых, повышает ее биогенность и эффективное плодородие.

Для оптимизации почвенно-биологических процессов и предупреждения снижения урожайности зерновых зерновые хлеба первой группы в севооборотах с короткой ротацией следует размещать на площади не более 50% в трёхпольных и 62,5% - в четырёхпольных от площади пашни.

Природным условиям 1-5 микрозон в наибольшей степени соответствуют зернопаропропашные, зернопаровые, зернопаротравянопропашные и зернопа-

ротавянные севообороты. Продолжительность ротации севооборотов в хозяйствах может значительно изменяться от 3-4 до 5-6 полей.

Обязательное звено полевых севооборотов чистый (занятый) пар и озимые культуры.

Резкое сокращение применения средств интенсификации существенно повысило роль чистого пара как средства накопления влаги, питательных веществ в почве и борьбы с сорняками. Средняя урожайность озимых по чистым парам в 1,5-2,5, а в засушливые годы в 2,5-4,0 раза выше яровых зерновых. Поэтому с расширением площади чистых паров закономерно повышается эффективность и устойчивость производства зерна. Так, в хозяйствах Заволжья, в которых чистые пары занимали более 20% пашни, средняя урожайность за 5 лет была выше на 32%, а чистый доход на 75%, чем в хозяйствах, где под пары отводили до 11% площади.

В крестьянских хозяйствах со специализацией на производстве зерна число товарных зерновых культур целесообразно сократить до 2-3, а долю чистого пара на черноземных почвах увеличить до 20-25% и на каштановых почвах - до 25-33%, что существенно повысит эффективность и устойчивость зернового хозяйства.

На основании проведенных исследований площади чистых паров в лесостепи планируется довести до 15-20%, в засушливой степи - до 17-22, в сухой степи на каштановых почвах - до 20-25, в полупустыне - до 25-33 и в среднем по области до 21-24% площади пашни.

С целью более эффективного использования агроклиматических ресурсов, повышения рентабельности и устойчивости производства зерна, площади чистых паров в области целесообразно довести до 1,1-1,2 млн. га. В структуре зерновых культур в целом по области следует иметь до 40-45 % - озимых, 10-13 % - яровой пшеницы, 22-23 % - ячменя, 12-14 % - проса, до 3-4% - овса и кукурузы, 10-15 % - зернобобовых, 1-2 % - гречихи и сорго. Это позволит на 20-24 % повысить урожайность зерновых и на 55-63 %-чистый доход с гектара их посева.

Озимые по чистым парам обеспечат 60-65 % всего валового сбора зерна, а в острозасушливые годы - более 70 %, что существенно повысит устойчивость ведения зернового хозяйства

Наряду с увеличением посевов озимых по чистым парам требуется рационально сочетать выращивание пшеницы и ржи в зависимости от почвенно-климатических условий и экономической целесообразности. За последние годы рыночный спрос на зерно ржи резко сократился. Она существенно уступает озимой пшенице по размеру прибыли с гектара. Поэтому в черноземной степи озимой пшенице целесообразно отводить более 80% площади озимых, в сухой степи с каштановыми почвами - более 70 %. Такое сочетание культур повышает на 32-34% урожайность и на 54-69% чистый доход с гектара зерновых по сравнению с районами, где пшеница занимала до 50-70% площади.

Озимую рожь возделывают не только как продовольственную и зернофуражную культуру, но и на зеленый корм и сенаж. В засушливые годы она нередко не уступает кукурузе по урожайности зеленой массы и дает более устойчивые урожаи кормов с низкой себестоимостью.

Выбор яровых зерновых определяется наличием рынков сбыта, внутрихозяйственными потребностями и зависит от размера прибыли с гектара посева.

Как показала практика, посевы яровой пшеницы экономически оправданы лишь при определенном уровне интенсификации, обеспечивающем получение высококачественного зерна. Площади посева этой культуры в Правобережье целесообразно стабилизировать на уровне 9-12 %, а в Заволжье -13-18% площади зерновых. Поскольку потребность в зерне мягкой пшеницы обеспечивается в основном озимыми, то в структуре яровой пшеницы следует отдавать предпочтение твердой пшенице.

Из крупяных культур в лесостепи и черноземной степи выгоднее возделывать гречиху, так как здесь благоприятные условия для её выращивания, а в более засушливых условиях Заволжья просо. Около 80% посевов гречихи целесообразно сосредоточить в I-III микрорайонах и 60-70% посевов проса в Заволжье.

Просо хорошо использует осадки второй половины лета и по урожайности, устойчивости производства зерна при соблюдении технологии её выращивания превосходит яровую пшеницу. При наличии рынков сбыта и высокой агротехнике долю проса в структуре зерновых целесообразно довести: в Правобережье до 10-12%, в Заволжье до 15-20%.

Для повышения эффективности и устойчивости производства зерна в структуре зерновых нужно иметь не менее 40-50% озимых и проса. Так, в хозяйствах VI микрзоны, где они занимали более 40% зерновых, урожайность была в 1,5 раза выше, а себестоимость зерна в 1,6 раза ниже, чем в хозяйствах, где эти культуры занимали до 20% площади.

Из зернобобовых в черноземной степи и лесостепи следует выращивать чечевицу, горох, нут, а в зоне сухой степи нут.

Одна из наиболее рентабельных культур подсолнечник. Его площадь посева целесообразно ограничить в правобережных микрзонах на уровне 18-19% от площади пашни в обработке, в левобережных – 8 - 9%. Это улучшит экологическое состояние почвы и посевов.

С развитием животноводства создается необходимость в увеличении площади посева кукурузы на зерно. Площадь её посева в области должна возрасти в ближайшие годы по крайней мере до 2%. Расширение площади посева кукурузы позволит увеличить производство зерна и его устойчивость.

Удельный вес той или иной культуры, объем и видовой состав продукции растениеводства, удовлетворяющий потребности хозяйства, определяют многовариантность структуры использования пашни и вводимых севооборотов. Приведенные схемы севооборотов показывают лишь общие принципы их построения. Всего многообразия природно-экономических условий области они отразить не в состоянии, поэтому уточняются в каждом хозяйстве с учетом местных условий.

Примерные схемы севооборотов для районов лесостепи и засушливой черноземной степи.

Зернопаровые севообороты:

3-польный: 1) пар чистый, пар занятый, 2) озимые, 3) яровая пшеница, просо, гречиха.

3-польный: 1) пар чистый, пар занятый, 2) озимые, 3) зернобобовые, яровая пшеница, гречиха.

3-польный: 1) пар чистый, 2) озимые (пшеница, рожь), 3) ячмень, яровая пшеница.

4-польный: 1) пар чистый, пар занятый, 2) озимые, 3) зернобобовые, гречиха, 4) яровые зерновые.

4-польный: 1) пар чистый, пар занятый, 2) озимые, 3) яровая пшеница, просо, гречиха, 4) овес, ячмень.

5-польный: 1) пар чистый, пар занятый, 2) озимые, 3) зернобобовые, просо, 4) яровая пшеница, гречиха, 5) яровые зерновые.

5-польный: 1) пар чистый, пар занятый, 2) озимые, 3) зернобобовые, просо, 4) яровая пшеница, 5) яровые зерновые.

Зернопаротравяные севообороты:

4-польный: 1) пар чистый, 2) озимые, 3) яровые + подсев многолетних трав, 4) многолетние травы (выводное поле).

5-польный: 1) пар чистый, пар занятый, 2) озимые, 3) зернобобовые, гречиха, просо, 4) яровая (озимая) пшеница, 5) овес, ячмень + многолетние травы (выводное поле).

Зернопаропропашные севообороты:

3-польный: 1) пар чистый, пар занятый, 2) озимые, 3) зерновые культуры, пропашные.

3-польный: 1) пар чистый, 2) озимые (пшеница, рожь), 3) просо, нут, подсолнечник.

4-польный: 1) пар чистый, пар занятый, 2) озимые, 3) свекла, зернобобовые, крупяные, подсолнечник, 4) ранние зерновые, просо.

4-польный: 1) пар чистый, пар занятый, 2) озимые, 3) яровая пшеница, 4) подсолнечник, просо.

4-польный: 1) пар чистый, 2) озимые, 3) просо, нут, 4) сорго зерновое, ячмень, подсолнечник.

5-польный: 1) пар чистый, 2) озимые, 3) нут, 4) ячмень, горчица 5) сорго, подсолнечник.

5-польный: 1) пар чистый, 2) озимые, 3) нут, 4) яровая пшеница, 5) подсолнечник.

5-польный: 1) пар чистый, занятый, сидеральный, 2) озимые, 3) свекла, зернобобовые, крупяные, 4) яровые зерновые, 5) кукуруза, подсолнечник.

6-польный: 1) пар чистый, пар занятый, 2) озимые, 3) горчица сарептская, 4) горох (нут), 5) озимые (яровая пшеница), 6) подсолнечник.

7-польный: 1) озимый рыжик, лен масличный, пар чистый, 2) озимые, 3) подсолнечник, 4) овес, просо, 5) лен масличный, горчица, 6) ячмень, кукуруза на зерно, 7) нут, чечевица, горох,

Почвозащитные севообороты:

6-польный: 1) Лен масличный, зернобобовые, горчица или чистый пар, 2) озимые, 3) подсолнечник, 4) овес, просо, 5) ячмень, кукуруза, 6) нут, чечевица, горох.

7-польный: 1) пар чистый, 2) озимые, 3) яровая пшеница, ячмень +многолетние травы, 4) многолетние травы, 5) многолетние травы, 6) яровая пшеница, 7) подсолнечник или кукуруза.

Примерные схемы севооборотов для полупустынных районов Юго-восточной микрозоны:

3-польный: 1) пар чистый, 2) озимая рожь, 3) сорго, ячмень, просо.

3-польный: 1) пар чистый, 2) озимые, 3) яровая пшеница, ячмень, сорго, сафлор.

3-польный: 1) пар чистый, 2) озимые, 3) яровая пшеница с подсевом многолетних трав (житняк).

4-польный: 1) пар чистый, 2) озимые, 3) просо, яровая пшеница, нут, 4) сорго, зерновые, ячмень.

Примерные схемы севооборотов для крестьянских хозяйств зернового направления:

3-польный: 1) пар чистый, 2) озимая пшеница (рожь), 3) яровые зерновые, пропашные (гречиха, просо, яровая пшеница, подсолнечник).

4-польный: 1) пар чистый, 2) озимая пшеница, 3) просо или зернобобовые (горох, нут), 4) яровая пшеница, ячмень, подсолнечник.

Принципиальная особенность предлагаемых схем полевых севооборотов заключается в сокращении продолжительности их ротации, возможности введения средоулучшающих (многолетних трав, зернобобовых и других) культур, в том числе энергоемких (сахарная свекла) и изменения площади посева возделываемых культур с учетом спроса продукции на рынке и внутривладельческой потребности.

Проблема восполнения потерь гумуса может решаться путём использования естественных источников возврата органического вещества в почву. Один из них – заделка в почву побочной продукции, в частности, измельчённой соломы: по содержанию углерода одна тонна соломы приравнивается к 2т навоза. Пополнить запасы органического вещества в почве позволяет введение в севооборот зернобобовых культур. При заделке 1 т соломы зернобобовых дефицит гумуса в почве может снизиться на 0,2 т/га. При введении в севооборот многолетних бобовых трав существенно снижается разрушение органического вещества почвы. Количество элементов питания, оставляемых многолетними травами двух лет пользования с урожайностью сена 25 ц после распашки, эквивалентно внесению органических удобрений в дозе 30 т на 1 га.

Введение севооборотов, разработанных с учетом организационно-хозяйственных особенностей отдельных хозяйств, природных и биологических условий улучшит состав предшественников для возделываемых культур, фитосанитарное состояние посевов и экологическую обстановку на полях, повысит экономическую эффективность производства.

Список литературы

1. Берестецкий О. А. Биологические основы плодородия почвы. Колос. - 1984. -287с.
2. Возняковская Ю. М., Курдюков Ю. Ф., Попова Ж. П. и др. Биологическая оценка предшественников яровой пшеницы как регуляторов почвенного плодородия засушливой зоны Поволжья. // Почвоведение. -1994. -№1. - С. 70-74.
3. Давид Р. Э. Избранные работы по сельскохозяйственной метеорологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1965. -226 с.
4. Зезюков Н. И., Сидоров М. И. Динамика растительных остатков в почве под культурами плодосменного севооборота. //Науч. тр. Воронеж. СХИ. -1980. - Т.3. -С. 61-63.
5. Корчагин В. А. Чистый пар-основа севооборота. //Земледелие.-1989. - №3. -С9-12.
6. Корчагин В. А. Неясов Н. А. Агротехническая и экономическая оценка разных звеньев полевых севооборотов. //Интенсификация использ. паровых полей в Сред. Заволжье.- Самара, 1992. - С. 25-29.
7. Кузнецова И. В. О некоторых критериях оценки физических свойств почв. // Почвоведение.-1979. -№3. -С.81-88.
8. Курдюков Ю. Ф., Медведева А. Г., Янчуркин В. С. и др. Агроэкономические принципы построения севооборотов. //Науч. обоснованные системы земледелия Саратов. обл. на 1986-1990 годы. - Саратов, 1988. -С. 22-30.
9. Методика биоэнергетической оценки технологий производства продукции растениеводства./Под общ. ред. Е.И. Базарова и Е.В. Глинки.-М. 1983.- 45с.
10. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография. /В. В. Кулинцев, Е. И. Годунова, Л. Н. Желнакова и др. - Ставрополь: АГРУС Ставропольского университета. -2013. -520 с.
11. Станков Н. З. Корневая система растений. -М.: Колос, 1964. - 217 с.
12. Сухов А. И., Беленков А. И., Корякин А. Ф. Плодородие почвы и продуктивность различных видов полевых севооборотов в зависимости от приемов их

биологизации и площади чистого пара в аридном земледелии Нижнего Поволжья. М.: Современные тетради. - 2003. -С. 414-418.

13. Тулайков Н. М. Разнообразие культур как средство к созданию устойчивого полеводства. -Вестн. сел. хоз-ва, 1927. №1.- С. 4-6.

14. Тулайков Н.М. Избранные труды. –М.: Россельхозакадемия, 2000. – (Классики отечеств. с.-х. науки). К 125-летию со дня рождения. – 657с.

15. Шишкин А. К. К вопросу об уменьшении вредного действия засух на растительность. -СПб.:Тип. Ретьера и Шнейдера, 1876. -167 с.

16. Шульмейстер К. Г. Борьба с засухой и урожай. -М.: Колос, 1975. -335 с.

17. Шульмейстер К. Г., Мясниченко И. М., Смирнов И. И. Травопольные севообороты в засушливом Поволжье. //Вестн. с.-х. науки. -1992. -№1. -С. 88-97.

18. Havlin J. L., Schegel A. J. Sucreasing soll organic matter with soil crop managment. //Better crops 1989/1990. №1. -P.7-9.