

*A.K. Ulanov, L.V. Budazhapov, A.S. Biltuev, Buryat Agricultural Research Institute ul. Tretyakova 3z, Ulan-Ude, 670045 Republic of Buryatia, Russia E-mail: global@burniish.ru, burniish@inbox.ru*

*The effect of long-term basic farming techniques—crop rotation, tillage, and fertilization—on changes in the content of humus in chestnut soil was studied. Equilibrated or positive humus balance in grain-fallow crop rotations is achieved by introducing manure into the fallow field at a rate of 20–40 t/ha or cultivating melilot as a green manure or fodder crop. The application of some mineral fertilizers contributes to the preservation of humus compared to the unfertilized treatment, but it provides no equilibrated balance. An important condition for the conservation of humus is the hybrid system of soil tillage in the four-course grain-fallow crop rotation. The dynamics of humus content in the experimental treatments was approximated by exponential equations with the lowest average error.*

*Keywords: chestnut soil, crop rotation, tillage, fertilizers, humus content and reserves, exponential model.*

## **СЕВООБОРОТЫ ДЛЯ ЭРОЗИОННО ОПАСНЫХ АГРОЛАНДШАФТОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ**

**В.И. Турусов, акад. РАН, В.М. Гармашов, к.с.-х.н., О.А. Богатых, к.с.-х.н., Н.В. Дронова, к.с.-х.н., Т.И. Михина, НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева**

**397463 Воронежская область, Таловский район, п.2-го участка института им.Докучаева, квартал 5, д.81, olgabogat@inbox**

*Широкое распространение склонового рельефа и высокая распаханность территории являются одними из основных факторов деградации и эрозии почв, что приводит к падению их плодородия и снижению урожайности сельскохозяйственных культур на 20-50%.*

*При этом научно обоснованные севообороты, с правильным набором культур и их размещением в агроландшафте, должны быть одним из главных способов защиты почв от эрозии.*

*Другим важным приемом повышения почвозащитной роли севооборота на эродированных землях является полосное размещение культур, что позволяет значительно сократить эрозионные процессы, исключить обработку почвы вдоль склона и создать условия для более эффективного использования земель и плодородия почвы.*

*Ключевые слова: эрозионно опасные агроландшафты, склоновые земли, плодородие почв, почвозащитные севообороты.*

На территории ЦЧР эрозия почв - один из основных факторов их деградации, что вызвано как природными условиями, так и антропогенным воздействием – широким распространением склонового рельефа и высокой распаханностью территории. Здесь склоновые земли занимают свыше 52,6% площади, из них с уклоном более 3°–18,0%, высокая расчлененность (0,5-1,5 км/км<sup>2</sup>) и слабая облесенность (12%) территории, при этом распаханность достигает 80 %. К этому можно добавить ливневый характер выпадения осадков и интенсивное нарастание в весенний период температур, вызывающих быстрое снеготаяние. По данным последних почвенных обследований, площади эродированных почв в ЦЧР не уменьшаются [1]. В настоящее время площадь эродированных почв сельскохозяйственных угодий в целом по Центрально-Черноземному региону составляет 28,1%, пашни - 23,8%.

Наличие уклонов рельефа в сочетании с тяжелым гранулометрическим составом и выпадением интенсивных ливневых осадков в значительной степени способствуют развитию водной эрозии и представляют существенную опасность.

На смытых почвах, по сравнению с несмытыми, мощность гумусового горизонта сокращается: на слабосмытых черноземах на 12-15 см, среднесмытых на 30-37 и сильносмытых на 43-55 см. Содержание гумуса в пахотном слое слабосмытых черноземов уменьшилось в 1,1-1,2 раза, среднесмытых – в 1,4-1,6 и сильносмытых – в 1,8-2,0 раза.

Падение плодородия почв приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур: на слабосмытых почвах до 20%, среднесмытых 20-40 и сильносмытых – более 50% [1].

В системе мероприятий по защите почв от эрозии одно из главных мест должно отводиться научно обоснованным севооборотам с правильным набором культур и их размещением в агроландшафте [2-4].

Цель наших исследований - совершенствование подходов к формированию набора культур и севооборотов для эрозионно опасных агроландшафтов.

Основа почвозащитных севооборотов - эффективное использование почвозащитного действия сельскохозяйственных культур. Поэтому на землях, подверженных постоянной угрозе водной и ветровой эрозии, необходимо вводить специальные почвозащитные севообороты.

На основании ранее проводимых исследований в многолетних стационарных опытах установлено, что почвозащитная функция посевов различных культур зависит от плотности их травостоя и продолжительности пребывания этих культур на поле. Поэтому основные сельскохозяйственные культуры по почвозащитной способности можно разделить на три группы: культуры со слабой почвозащитной способностью от водной и ветровой эрозии – поля чистого пара и пропашные; со средней почвозащитной способностью – яровые зерновые культуры, однолетние травы; с высокой почвозащитной способностью многолетние травы и озимые зерновые культуры.

Наибольшей почвозащитной способностью обладают многолетние травы. Они покрывают почву в течение всего года, хотя плотность укрытия в осенний, зимний и весенний периоды снижается. Озимые зерновые культуры несколько уступают многолетним травам. Они покрывают почву от 9 до 11 месяцев в году с мак-

симумом в мае-июле. Яровые зерновые культуры защищают почву в течение трех летних месяцев. Эти виды культур должны составлять основу почвозащитных севооборотов. Их соотношение в структуре севооборота должно определяться крутизной уклона рельефа и интенсивностью эрозионных процессов на территории агроландшафта. Поля черного пара не должны иметь уклон более 2°.

Современные адаптивно-ландшафтные системы земледелия, основой которых является высокая степень адаптации к условиям агроландшафта, требуют разработки основных элементов земледелия с учетом группирования земель, а подбор культур, выращиваемых в севообороте, проводят на основе их агроэкологических требований к условиям произрастания [5].

Анализ отзывчивости различных сельскохозяйственных культур на плодородие почвы, их почвозащитной и почвоулучшающей роли дает возможность дифференцировать размещение их на пашне различной крутизны и степени смытости. Значительное снижение урожайности сахарной свеклы (до 80%) на смытых почвах и низкая почвоохранная роль этой культуры не позволяют включать ее в севообороты, размещаемые на склонах более 2°. Подсолнечник и кукурузу на зерно можно выращивать на склонах крутизной до 3°.

На землях со слабосмытыми почвами, расположенными на склонах крутизной 3-5°, требования к почвозащитной роли севооборота возрастают. В этих условиях в севооборотах исключают выращивание пропашных культур и увеличивают насыщение севооборотов зерновыми сплошного посева, а для воспроизводства плодородия почвы вводятся многолетние травы. На таких землях должны размещаться зерновые и зернотравяные севообороты. Доля зерновых и зернобобовых культур в зернотравяных севооборотах должна составлять 60-80%, многолетних трав – 20-40% в зависимости от крутизны склона и плодородия почвы.

Склоны крутизной более 5° и все сильно смытые почвы необходимо отводить под постоянное залужение. В таблице 1 представлены оптимальные параметры эффективного использования природно-ресурсного потенциала эрозионно опасных групп земель в сельскохозяйственных агроландшафтах.

С учетом разработанных М.И. Лопыревым и Е.И. Рябовым коэффициентов эрозионной опасности культур и проводимых исследований были составлены наиболее оптимальные схемы почвозащитных севооборотов для эрозионно опасных агроландшафтов.

Культуры	Коэффициент эрозионной опасности культур
Чистый пар	1,00
Кукуруза на зерно	0,85
Подсолнечник	0,80
Яровые зерновые	0,60
Однолетние травы	0,50
Горох, вико-овсяная смесь	0,35
Яровые зерновые с подсевом многолетних трав	0,40
Озимые зерновые	0,30
Многолетние травы: 1-го г.п.	0,08
2-го г.п.	0,03
3-го г.п.	0,01

Анализ многолетних данных почвозащитной роли различных сельскохозяйственных культур дает возможность рационально размещать их на склонах различной крутизны и степени смытости, добиваясь при

этом высокого почвозащитного и почвовосстанавливающего эффекта.

Для склоновых земель с различным уклоном в рельефе и интенсивностью эрозионных процессов чередование культур может быть различным. Наиболее рациональные севообороты для эрозионно опасных агроландшафтов в почвенно-климатических условиях юго-востока ЦЧЗ представлены в таблице 2.

#### 1. Оптимальные параметры эффективного использования природно-ресурсного потенциала эрозионно опасных групп земель в сельскохозяйственных агроландшафтах

Почвы по эродированности	Крутизна склона, °	Севообороты	Соотношение между основными культурами, %
Эрозионно опасные	2-3	Полевые зернопропашные и зерновые почвозащитные	Культуры сплошного посева, от 40-55
Слабосмытые	3-5	Умеренно почвоохраняющие зерно-травяные	Культуры сплошного посева, 60-70; многолетние травы, 20-30
Среднесмытые	Свыше 5	Травяно-зерновые и/или постоянное залужение	Многолетние травы, 75-80, зерновые (оз. рожь, овес), 20-25 и/или многолетние травы, до 100

#### 2. Наиболее рациональные севообороты для эрозионно опасных агроландшафтов

Виды севооборотов и их основные звенья			
Зернопропашной	Зернопаротравянопропашной	Зерновой	Почвозащитный кормовой
Крутизна склона 2-3°		Склоновые земли крутизной 3-5°	
1. Зернобобовые	1. Черный пар (50% чистый + 50% нут)*	1. Сидеральный пар	1. Озимые зерновые
2. Озимые зерновые	2. Озимые зерновые	2. Озимые зерновые	2. Кукуруза
3. Подсолнечник	3. Кукуруза на зерно	3. Просо	3. Ячмень + многолетние бобовые травы
4. Яровые зерновые (ячмень, яровая пшеница)	4. Ячмень + многолетние бобовые травы	4. Овес	4, 5. Многолетние бобовые травы
5. Кукуруза на зерно	5. Многолетние бобовые травы	5. Ячмень+донник на сидерат	
6. Овес, рапс	6. Озимые зерновые		
	7. Просо		

\*Полосное размещение (чередование полос пара и бобовой культуры).

Набор культур в севообороте зависит от специализации хозяйства и агроэкологических условий территории. На склонах 3-5°: 1 – однолетние травы, 2- озимая рожь, 3 – яровые зерновые + многолетние травы, 4 – многолетние травы, 5 – озимая пшеница. На более смытых почвах: 1 – однолетние травы + многолетние травы; 2, 3 – многолетние травы, 4 – озимая рожь. Для получения устойчивых урожаев многолетних трав лучше высевать бобово-злаковые травосмеси. В чистом виде бобовые высевать не рекомендуют, так как на склонах в зимний период они часто выпадают.

Для средне- и сильно смытых земель, расположенных на склонах от 3 до 5°, эффективен почвозащитный севооборот с 50% многолетних трав и 50% зерновых культур. Схемы чередования культур в почвозащитных севооборотах:

1. Трехпольные севообороты: 1 - яровые зерновые с подсевом многолетних трав; 2, 3 – многолетние травы.

2. Четырехпольные севообороты: 1 - яровые зерновые с подсевом многолетних трав; 2, 3 – многолетние травы, 4 - озимые культуры.

3. Шестипольные севообороты: 1 - горохоовсяная смесь с подсевом многолетних трав; 2-4 – многолетние травы; 5 - озимые культуры; 6 - яровые зерновые.

В последние годы из-за усиления засушливости и снижения продуктивности гороха, в южных районах региона в зернобобовую группу в севооборотах чаще стали включать более засухоустойчивые культуры: нут, чину, сою и др.

На основании анализа результатов многочисленных исследований при изучении различных предшественников для озимой пшеницы установлено, что в среднем за период вегетации озимой пшеницы наибольшие запасы доступной влаги в слое почвы 0-100 см отмечены по сидеральному горчичному пару (118,0 мм) и зернобобовым предшественникам: нуту и гороху (112,0-114,6 мм) (табл. 3).

Из сидеральных паров наибольшее содержание нитратного азота в почве было при использовании на сидерат эспарцета, который в первую очередь является основным источником углерода и азота для пополнения запасов гумуса. Достаточно высокий уровень обеспеченности озимой пшеницы нитратным азотом в среднем за вегетацию культуры был после нута и гороха - 8,0 и 8,2 мг/кг абс. сухой почвы соответственно.

**3. Содержание доступной влаги, элементов минерального питания и урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественника (2014-2016 гг.)**

вспашка 2014-2016 гг.					
Предшествен- ник	Запасы влаги в слое почвы 0-100 см, мм*	NO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Урожай- ность, т/га
		в слое почвы 0-40 см, мг/кг абс. сухой поч- вы*			
Сидеральный пар (горчич- ный)	118,0	7,8	174	71,0	4,2
Эспарцет на сидерат	85,3	9,6	149	62,0	4,7
Горох	114,6	8,2	165	60,0	3,9
Нут	112,0	8,0	183	72,0	3,4
Соя	99,8	7,5	177	71,0	3,7

\*В среднем за вегетацию.

В севооборотах на эрозионно опасных ландшафтах для повышения эффективности использования почвенно-климатического потенциала пахотных земель, в виде альтернативных предшественников озимой пшеницы, наравне с горохом в засушливых условиях склонов южной экспозиции может использоваться менее распространенная, но более засухоустойчивая зернобобовая культура – нут.

Важный прием повышения почвозащитной роли севооборота на эродированных землях - полосное размещение культур. Для усиления почвозащитного эффекта и повышения эффективности растениеводства посевы многолетних трав в почвозащитных севооборотах могут содержаться в виде полос, размещенных между полосами зерновых культур. Такое же полосное размещение культур может применяться и в других полях сево-

оборота. Как правило, в поле севооборота чередуются полосы, размещаемые поперек склона, в которых сочетаются культуры с высоким почвозащитным эффектом (многолетние травы и др.) и неустойчивые (яровые зерновые, кукуруза, подсолнечник и др.), а также с незначительными почвозащитными свойствами.

Это позволяет существенно сократить эрозионные процессы, исключить обработку почвы вдоль склона и создать условия для более эффективного использования земель и плодородия почвы. При этом правильно выбранная ширина защитных полос имеет существенное значение. Ширина полос определяется крутизной склона и агроэкологическими возможностями высеваемых культур (табл. 4).

**4. Ширина защитных полос при различной крутизне склонов (по Заславскому и Каштанову)**

Крутизна склона, °	Рекомендуемая ширина полос, м, при чередовании	
	многолетних трав с однолетними культурами	однолетних культур с пропашными
1-3	100-80	80-60
3-5	80-60	60-40
Свыше 5	60-40	–

Полосное размещение культур и чистых паров эффективно и на землях, подверженных ветровой эрозии. На легких почвах, подверженных ветровой эрозии, наиболее эффективно чередование культур и чистого пара при равновеликой ширине полос 50-100 м. Полосы располагают под прямым углом к господствующему направлению эрозионно опасных ветров.

Приведенные схемы севооборотов и противоэрозионные агротехнические мероприятия наиболее типичны для эрозионно опасных агроландшафтов региона. На их основе могут быть созданы аналогичные модификации севооборотов и противоэрозионные агротехнические приемы, более адаптированные для решения почвозохранных и агрономических задач в конкретных условиях агроландшафта.

#### Литература

1. Соловichenko В.Д. Эродированность почвенного покрова Центрально-Черноземного региона / Почвоведение в России: вызовы современности, основные направления развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием к 85-летию Почвенного института им. В.В. Докучаева. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. – 952 с.
2. Здоровцов И.П. Актуальные вопросы планирования противоэрозионной защиты склоновых земель // И.П. Здоровцов / Научно-технический бюллетень. Вып. 2 (49) – 86. Вопросы теории и технологии почвозащитного земледелия. – Курск: Изд.-во ВНИИЗ и ЗПЭ, 1986. – С. 11-29.
3. Листопадов И.Н. Совершенствование севооборотов и структуры посевных площадей для хозяйств различной специализации в земледелии Дона // Методические рекомендации / И.Н. Листопадов, Э.А. Гаевая, А.Ю. Габунов и др. - п. Рассвет, Ростовская обл., 2008. - 18 с.
4. Рымарь В.Т. Оптимизация структуры посевов и севооборотов в эколого-ландшафтном земледелии Воронежской области (Рекомендации) / В.Т. Рымарь, В.И. Турусов, В.А. Кумицкая, Т.И. Михина, Е.В. Недоцук, О.А. Абанина, Т.И. Дьячкова, А.П. Киценко, О.В. Турусов - Воронеж: Истоки, 2008. – 30 с.
5. Кирюшин В.И. Теория адаптивно-ландшафтного земледелия и проектирование агроландшафтов. – М.: Колос С, 2011. – 443 с.

## CROP ROTATIONS FOR EROSION-THREATENING AGROLANDSCAPES OF THE CENTRAL CHERNOZEMIC REGION

V.I. Turusov, V.M. Garmashov, O.A. Bogatykh, N.V. Dronova, T.I. Mikhina, Dokuchaev Research Institute of Agriculture of the Central Chernozemic Zone 2 uchastok instituta Dokuchaeva, kv. 5, 81, Talovo raion, Voronezh oblast, 397463 Russia

*The wide spread of topography slopes and the high degree of land cultivation are the main factors of degradation and soil erosion, which reduce their fertility and crop yields by 20–50%. Scientifically based crop rotations with the adequate set of cultures and their placement in agricultural landscapes should be one of the main methods of soil protection from erosion. Another important technique for increasing the conservation role of crop rotation in the eroded lands is strip cropping, which can significantly reduce erosion processes, eliminate tillage along the slope, and create conditions for more efficient land use and soil fertility.*  
*Keywords: erosion-threatening landscapes, sloped lands, soil fertility, conservation crop rotations.*

УДК: 631.67

## РЕЖИМ ОРОШЕНИЯ И ОСНОВНАЯ ОБРАБОТКА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ

**О.Г. Чамурлиев, д.с.-х.н., Волгоградский ГАУ, Г.О. Чамурлиев, ВНИИ орошаемого земледелия**

*Изложены научные данные, раскрывающие влияние способов основной обработки почвы и режимов орошения на агрофизические показатели (плотность, общая пористость). Рассмотрены зависимости содержания водопрочных агрегатов, пожнивных и корневых остатков и урожайности сои от изучаемых факторов. Применение безотвальной обработки и оптимального режима орошения не приводит к уплотнению пахотного слоя почвы выше биологического оптимума и нарушению аэрации почвы, а способствует повышению содержания водопрочных агрегатов, большему накоплению корневых остатков и повышению урожайности сои.*

*Ключевые слова: соя, основная обработка почвы, режим орошения, плотность, пористость, водопрочные агрегаты, пожнивные и корневые остатки, урожайность.*

Соя – наиболее распространенная и востребованная из всех сельскохозяйственных культур в истории мирового земледелия. На данном этапе развития сельскохозяйственного производства сою возделывают на площади свыше 70 млн га при средних мировых показателях продуктивности 2,1–2,5 т/га. На территории Российской Федерации соя мало распространена и занимает суммарно в посевах около 750 тыс. га с урожайностью 1,1 т/га. Наибольшая площадь посевов сои сосредоточена на Дальнем Востоке (около 87,0 %), гораздо меньшая – на Северном Кавказе (около 25,0 %) и незначительная – в Поволжье (около 1,8 %). В Волгоградской области посевные площади сои занимают менее 0,25% от площади всех посевов. В 2016 г. она составила 1500 га, при средней урожайности 0,97 т/га.

Семена сои накапливают 37–42 % белка, содержание масла в них – 19–22 %, до 30 % доходит насыщенность сои углеводами, а количество неорганических веществ – 4,5–6,8 %, в основе которых К, Р, Са.

Ввиду богатого и разнообразного химического состава сою широко используют в продовольственных, лечебных, кормовых и технических целях. Уникальность её не только в разностороннем использовании, но и в возможности полной утилизации. В кормовых целях используют шрот, соевую муку, жмых, зеленую массу. 1 кг сои содержит 1,31 корм. ед., а 1 кг ее зеленой массы – 0,21 корм. ед. Животные охотно поедают соевую солому (содержание белка – 4 %), а соевые отходы являются ценным белком при производстве концентрированных кормов.

Не менее важна и агротехническая значимость сои как культуры, фиксирующей азот (до 250 кг/га), сни-

жающей содержание фитопатогенной флоры и токсичность почвы.

Исследования показывают, что заплата измельченной соевой соломы (в среднем 2,0 т/га) равнозначна внесению 9,0–10,0 т/га навоза.

Все эти характеристики сои объясняют повышенный интерес к ней в последнее время. Сдерживающим фактором её распространения в Волгоградской области являются снижение площадей регулярного орошения, низкая культура земледелия и недостаточно разработанная технология выращивания.

Цель данных исследований – разработать оптимальные режимы орошения и способы обработки почвы под сою, которые обеспечат получение высоких и устойчивых урожаев при рациональном использовании материальных, водных и энергетических ресурсов.

**Методика.** ФГУП «Орошаемое», где проводили исследования, находится в южной части Волго-Донского междуречья, в месте сближения Волги и Дона. Почвы опытного участка светло-каштановые тяжелосуглинистые, содержание гумуса в пахотном слое – 1,92%. Реакция почвенного раствора светло-каштановых солонцеватых почв – слабощелочная, что связано с насыщением почвенного поглощающего комплекса обменным Na. Сумма поглощенных оснований – 23,5 мг-экв/100 г почвы.

Содержание подвижных форм азота низкое, количество общего азота не превышает 20 мг/кг почвы. Обеспеченность фосфором средняя – 30 – 35 мг/кг почвы, обменным калием повышенная – 350 – 400 мг/кг почвы. В опытах фосфорные и калийные удобрения вносили осенью под основную обработку почвы из расчета  $P_{90}$  и  $K_{60}$  кг д.в./га, азотные удобрения – весной под первую культивацию из расчета  $N_{90}$  кг/га.

Схемой опыта предусмотрено изучение двух факторов.

**Фактор А** – способ основной обработки почвы, включает 5 вариантов:  $A_1$  – отвальная обработка на глубину 0,25–0,27 м (контроль),  $A_2$  – отвальная обработка на глубину 0,20–0,22 м,  $A_3$  – обработка стойкой СИБИ-МЭ на глубину 0,25–0,27 м,  $A_4$  – обработка стойкой СИБИ-МЭ на глубину 0,20–0,22 м,  $A_5$  – дисковое лущение на глубину 0,10–0,12 м.

**Фактор В** – режим орошения, включает 3 варианта поддержания нижнего порога влажности почвы в целом за вегетацию культуры сои:  $B_1$  – 60% НВ;  $B_2$  – 70% НВ;  $B_3$  – 80% НВ.

Размещение делянок в опыте систематическое, повторность вариантов – трехкратная. Размер делянок по фактору А – 1440 м<sup>2</sup>, по фактору В – 400 м<sup>2</sup>. Учетная