

УДК 631.613:631.452:[630*266+631.89]:631.95.003.12

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ И КОНТУРНЫХ ЛЕСОЗАЩИТНЫХ ПОЛОС ПРИ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ПЛОДОРОДИЯ СКЛОНОВЫХ ПОЧВ

Л.П. Степанова, д.с.-х.н., ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», А.И. Петелько, д.с.-х.н., ФГБНУ «Новосильская зональная агролесомелиоративная опытная станция им. А.С. Козменко»,

А.Г. Наконечный, к.с.-х.н., ООО «Орел-Агро-Продукт», С.Ю. Халимон, ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», Swetlana.halimon@yandex.ru,

г. Орел, ул. Генерала Родина, 69, тел. 8 (4862)-43-13-01, тел. 89208197637

Орловская область, г. Мценск, ул. Семашко, 2А, тел. 8 (48646)-2-87-55

Орловская область, Кромской район, село Кутафино, 10-Б, тел. 89102076893

Возрастающее антропогенное воздействие на склоны, вовлечение в сферу производства новых склоновых земель и расширяющиеся масштабы строительства откосов требуют надежного обоснования их эрозионной устойчивости.

Цель исследований – изучить эффективность влияния контурно-полосной организации территории и различных доз удобрений на интенсивность стока дождевых и талых вод, состав и свойства склоновых серых лесных почв.

Объект исследования – земельный участок серых лесных среднесуглинистых почв, расположенных на склонах западной экспозиции, в 6 почвенных разрезах.

Задача исследования: изучить эффективность влияния контурно-полосной организации территории и удобрительных форм на основе навоза КРС, минеральных удобрений (аммиачная селитра, хлористый калий, двойной суперфосфат) на свойства и уровень плодородия эродированных серых лесных почв, их противоэрозионную устойчивость.

Методы исследования: определение гумуса (ГОСТ 26213-84); агрегатный анализ почвы – методом Н.И. Саввинова; определение плотности твердой фазы пикнометрическим методом; математическая обработка данных по Б.А. Доспехову.

Исследованиями установлено положительное влияние контурно-полосной организации территории с размещением контурных стокорегулирующих защитных лесных насаждений и органоминеральной системы удобрения на факторы, обуславливающие повышение плодородия и экологической устойчивости серых лесных почв.

Доказано, что стокорегулирующие контурные лесные полосы обеспечивают оптимизацию плотности и повышение пористости почвы, улучшают водно-воздушный режим, активизируют живые организмы агробиоценоза, увеличивают мощность гумусового слоя, содержание и запасы гумуса до 3,6% и 130,7 т/га в почве, расположенной в нижней части склона.

Применение органических и минеральных удобрений на эродированных почвах обеспечивает увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и повышение их противоэрозионной устойчивости.

Исследование склонов с позиции оценки, анализа и прогноза их эрозионной устойчивости – важное направление почвозащитного земледелия и в решении продовольственной проблемы в России. Из-за интенсивного сокращения площади сельскохозяйственных угодий, снижения почвенного плодородия проблема противоэрозионной защиты земель, являющаяся экономической и экологической, требует незамедлительного решения.

Ключевые слова: почва, эрозия, удобрения, скорость просачивания, смываемость, эродированность, окультуривание, плодородие, урожайность, прибавка, улучшение, контурно-мелиоративные системы.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.112.14

Масштабы проявления эрозии почв и ущерб, наносимый ею, настолько велики, что для ее преодоления потребуются существенные изменения в хозяйственной деятельности человека и природопользовании. Различными исследованиями установлена высокая степень изменения морфогенетической характеристики и уровня плодородия склоновых почв, находящихся в сельскохозяйственном использовании. Это обуславливает необходимость разработки и обоснования эффективной почвозащитной организации территории и агроприемов, направленных на воспроизводство плодородия

смытых почв [8, 10, 13, 14].

Цель наших исследований – изучить эффективность влияния контурно-полосной организации территории и различных доз удобрений на свойства и уровень плодородия склоновых серых лесных почв.

Методика. Исследования проводили в 2014-2018 гг. в ОПХ Новосильской ЗАГЛЮС имени А.С. Козменко, расположенной на территории Новосильского района Орловской области в д. Одинок. Для изучения агроэкологического влияния контурной лесомелиорации на плодородие склоновых земель и урожайность сельско-

хозяйственных культур были выбраны два земельных участка на склонах западной экспозиции. Почвы склонов серые лесные среднесуглинистые. Стокорегулирующие лесные полосы созданы в 1926 г. и состоят из дуба черешчатого. Расстояние между ними 100 м. В качестве основного метода исследования был принят водно-балансовый с применением стоковых площадок. Было заложено более 1000 годоплощадок. В опытах проводили следующие наблюдения и определения: метеорологические наблюдения, снегомерные съёмки, определение глубины промерзания, оттаивания и влажности почвы, учёт стока талых вод, смыва почвы и урожая сельскохозяйственных культур. Плотность снега определяли весовым снегомером ВС -43 на каждой стоковой площадке. Запасы воды в снегу $Q=Nd$, где N – высота снежного покрова, см; d – плотность снега, $г/см^3$.

На выбранных участках склоновых земель заложили 6 почвенных разрезов. Из каждого генетического горизонта разрезов взяли образцы почв. Так же были отобраны смешанные образцы из гумусового и пахотного горизонтов исследуемых почв в верхней, средней и нижней частях склона. Изучалось влияние органических (навоз) и минеральных (NPK) удобрений на урожайность культур. Исследования для научного обоснования системы удобрения в севооборотах на эродированных почвах и эрозионно опасных землях с целью сохранения и воспроизводства плодородия смытых земель выполняли в полевом севообороте с чередованием культур: 1 – ячмень; 2 – овес; 3 – ячмень; 4 – вико-овес.

Методы исследования: отобранные образцы почв анализировали по общепринятым методикам: определение гумуса – по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова; агрегатный анализ почвы – методом Н.И. Саввинова (сухое просеивание); определение плотности твердой фазы – пикнометрическим методом; математическая обработка данных – по методу Б.А. Доспехова.

Применяемые удобрения имели следующую характеристику: навоз крупного рогатого скота на соломенной подстилке, смешанный, полуперепревший, содержание сухой органической массы – 21%, естественная влажность – 75, азот – 0,5, фосфор – 0,25, калий – 0,6%; минеральные удобрения: аммиачная селитра (34 %), хлористый калий (60), двойной суперфосфат (39 %).

Результаты и их обсуждение. Изучение влияния контурного размещения защитных лесных насаждений на склоновых почвах в условиях Новосильской ЗА-ГЛОС показало, что их отсутствие обуславливает снижение запасов влаги в почве, недостаток которых приводит к уменьшению урожайности сельскохозяйственных культур и ухудшению качества продукции [5, 7]. При этом на склонах с контурным размещением защитных лесных насаждений доказано увеличение в пахотном слое почвы запасов продуктивной влаги в верхней и средней частях склона (табл. 1).

Более высокий запас продуктивной влаги в пахотном слое нижней части контрольного склона обусловлен притоком дополнительной влаги из верхней части склона. Запас продуктивной влаги в метровом слое на склоне с контурным размещением защитных лесных насаждений самый высокий (75,3-98,2 мм), при этом он распределен по склону более равномерно.

1. Запас влаги в почве, мм (в среднем за 2014-2018 г.)

Слой почвы, см	Контурное размещение защитных лесных насаждений			Без защитных лесных насаждений (контроль)		
	верхняя часть склона	средняя часть склона	нижняя часть склона	верхняя часть склона	средняя часть склона	нижняя часть склона
0-30	49,6	58,8	60,8	48,9	49,7	66,5
0-100	188,7	211,6	210,9	182,9	162,3	204,2

Плотность почвы также играет важную роль в плодородии почвы. Имеет значение плотность не только пахотного, но и подпахотных горизонтов, так как она обуславливает водопроницаемость почвы и глубину проникновения корневой системы многих культурных растений [4, 9].

Исследованиями установлено, что плотность генетических горизонтов (табл. 2) профиля серой лесной почвы склона без защитных лесных насаждений означает, что пашня уплотнена.

2. Плотность твердой фазы и пористость почвы

Без лесополос			Контурное размещение защитных лесных насаждений		
Плотность твердой фазы, $г/см^3$	Пористость общая, %	Количество частиц <0,001 мм, %	Плотность твердой фазы, $г/см^3$	Пористость общая, %	Количество частиц <0,001 мм, %
<i>Верхняя часть склона</i>					
2,56	51,5	16,7	2,54	53,1	21,2
<i>Средняя часть склона</i>					
2,52	48,5	12,7	2,56	52,7	23,4
<i>Нижняя часть склона</i>					
2,49	49,1	22,3	2,49	51,2	25,3

Показатели пористости почвы на склоне с контурным размещением защитных лесных насаждений в верхней и нижней частях склона несколько выше, чем на склоне без контурной лесомелиорации, и оцениваются как удовлетворительные для пахотного слоя. На почвах склона без контурных лесных полос пористость неудовлетворительная для пахотного слоя. Более высокая пористость почвы способствует инфильтрации талых и ливневых вод, снижению поверхностного стока, накоплению влаги в почве и улучшению водно-воздушного режима, что в итоге оказывает благоприятное воздействие на почвенные живые организмы, а также рост и развитие сельскохозяйственных растений.

Таким образом, исследованиями установлено положительное влияние контурно-полосной организации территории с размещением контурных стокорегулирующих защитных лесных насаждений на факторы, обуславливающие повышение плодородия серых лесных почв. Стокорегулирующие контурные лесные полосы обеспечивают оптимизацию плотности и повышение пористости почвы, что способствует инфильтрации талых и ливневых вод, накоплению влаги в почве, улучшению водно-воздушного режима.

Контурные стокорегулирующие лесные полосы способствуют сохранению структуры серой лесной почвы за счет предотвращения эрозионных процессов, создания более благоприятных условий для роста и развития растений и накопления органического вещества в почве. Под действием защитных лесных насаждений в пахотном слое снижаются потери органического вещества и зольных элементов питания, активизируется процесс

почвообразования [12, 13].

Одной из важнейших характеристик плодородия почв является их гумусовое состояние, так как органическое вещество влияет на окислительно-восстановительный, токсикологический режим почвы, оказывает благоприятное воздействие на агрегатный состав почв, их водный и тепловой режимы [2, 6].

Изучение влияния защитных лесных насаждений на содержание гумуса в пахотном слое и профиле почвы, а также запасы гумуса выявило их положительное воздействие на гумусовое состояние почвы (табл. 3). Под действием защитных лесных насаждений в пахотном слое снижаются потери органического вещества, что подтверждается полученными результатами.

3/ Содержание и запасы гумуса в пахотном горизонте серых лесных почв исследуемых склонов, %

Участок с контурным размещением защитных лесных насаждений		Участок без лесополос	
Гумус, %	Запасы гумуса в слое 0-30 см, т/га	Гумус, %	Запасы гумуса в слое 0-30 см, т/га
<i>Приводораздельная территория</i>			
3,5	125,0	2,9	107,9
НСР ₀₅ 0,2			
<i>Средняя часть склона</i>			
3,6	130,7	2,8	109,2
НСР ₀₅ 0,2			
<i>Нижняя часть склона</i>			
3,3	124,4	3,2	121,9
НСР ₀₅ 0,3			

Многие исследователи [1, 14] основное внимание уделяли изучению изменения состояния органического вещества пахотного слоя склоновых почв, подверженных водной эрозии. При изучении защитных лесных насаждений, как противозерозионного мероприятия, основное внимание обращали на снижение потерь органического вещества и элементов питания с поверхностным стоком [5]. Изучали влияние защитных лесных насаждений не только на потери органического вещества из пахотного слоя, но и состояние органического вещества всего морфологического профиля почвы [6, 12, 15].

В пахотном слое серых лесных почв на склоне с контурным размещением защитных лесных насаждений подтверждается устойчивость гумусового состояния самых эрозионно опасных участков склона.

Наибольшие потери гумуса отмечены в верхней и средней частях склона без контурного размещения защитных лесных насаждений. На склоне с контурным размещением защитных лесных насаждений в пахотном слое установлено большее содержание гумуса при относительно равномерном его распределении по всему склону. В нижней части склонов существенных различий в содержании гумуса в пахотном слое не выявлено на участке как с контурным размещением лесополос, так и при их отсутствии.

Распределение органических веществ в профиле почвы в различных частях склона свидетельствует о более интенсивной их миграции вниз по склону как с жидким, так и твердым стоком и накоплении органических веществ в профиле почвы в условиях нижней части склона, незащищенного лесными насаждениями. Распределение содержания гумуса по профилю почвы изу-

чаемых склонов показало, что в серых лесных почвах, расположенных в нижней части склона, отмечается увеличение не только гумусового слоя, но и содержания в нем гумуса. Так количество гумуса в верхней части профиля почвы увеличилось до 3,1-3,2%, а в нижней части переходного горизонта профиля почвы (A₂B) – до 2,9%. При этом запас гумуса в пахотном слое почвы возрастает от 102 т/га в верхней части склона до 118,1 т/га в нижней части склона. Доказана корреляционная взаимосвязь между содержанием гумуса в почве и величиной коэффициента структурности, коэффициент корреляции составил 0,56 ед., стандартная ошибка 0,177, критерий существенности (Т) 3,1, что служит подтверждением существенности изучаемых факторов в регулировании плодородия склоновых серых лесных почв.

Таким образом, под действием защитных лесных насаждений в пахотном слое серых лесных почв снижаются потери органического вещества, улучшается структурное состояние почвы, происходит накопление влаги, создается благоприятный микроклимат. Это оказывает положительное влияние не только на рост и развитие растений, но и на весь комплекс живых организмов.

Сложные эрозионные ландшафты в активном сельскохозяйственном севообороте надо использовать в контурно-мелиоративных системах с учетом факторов формирования талого и ливневого стоков, интенсивности проявления эрозионных процессов, специализации севооборотов по условиям допустимой нагрузки удобрений и пестицидов на агроценозы, принимая во внимание экологические ограничения [10, 11, 14]. В связи с этим были проведены исследования по изучению эффективности различных доз и форм органических и минеральных удобрений. Система земледелия должна строиться таким образом, чтобы воспроизводство гумуса в почвах не требовало специальных затрат, а было следствием мероприятий, направленных на повышение продуктивности агроценозов и защиту почв от различных типов деградации. Так, наращивание запасов органического вещества в почве с помощью органических удобрений целесообразно, если оно предопределяет возможности повышения урожайности культур и устойчивости агроценозов (рис. 1).

Влияние разового внесения органических удобрений на урожай сельскохозяйственных культур на серых лесных смытых почвах проявляется в течение нескольких лет [10]. Так, внесение 50 т/га навоза оказало положительное влияние органических удобрений на урожайность разных культур (рис. 1). Доказано, что внесение 50 т/га навоза способствовало улучшению водно-физических свойств смытых серых лесных почв, обеспечивало сокращение стока талых вод и смыва почвы, повышение плодородия и урожайности сельскохозяйственных культур.

Сокращение запасов гумуса в почвах, как глобальный процесс, требует максимального возврата в почвы растительных остатков, навоза и других отходов [12].

Оптимизацию гумусового состояния эрозионно опасных почв необходимо осуществлять всеми средствами систем земледелия. Применение мелиоративных доз органических удобрений с целью улучшения водно-физических свойств почв [15] будет не только способ-

ствовать сокращению применения минеральных удобрений, но и обеспечивать воспроизводство плодородия почв эродированных и эрозионно опасных земель (рис. 2).

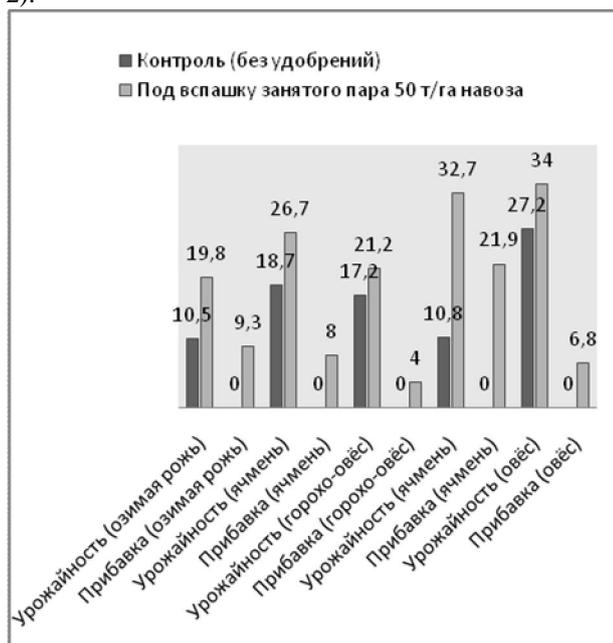


Рис. 1. Влияние органических удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур, ц/га

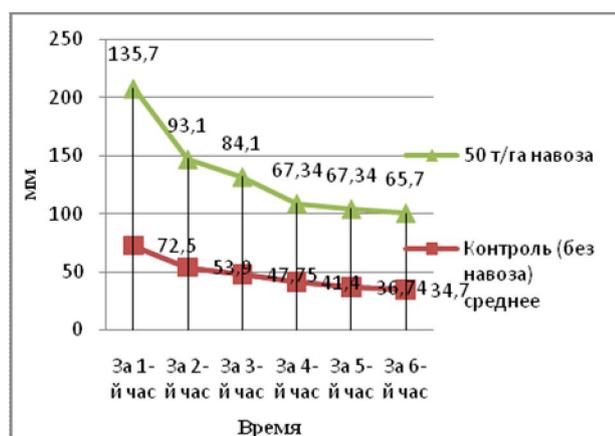


Рис. 2. Скорость просачивания воды (мм/ч) в различных вариантах

Как видно, из рисунка 2 внесение органических удобрений способствовало увеличению скорости просачивания талых и дождевых вод в почву. Так, в контрольном (без навоза) варианте за первый час водопроницаемость составила в среднем 72,50 мм, а в варианте опыта с внесением навоза она возросла до 135,70 мм, увеличение скорости водопроницаемости составило 63,20 мм. За весь период наблюдения на склоновых почвах без внесения навоза количество профильтрованной воды составило 285,60 мм, а на агрофоне с внесением 50 т/га навоза оно достигало 513,30 мм, что в 1,8 раза превышало водопроницаемость почв без внесения органических удобрений. Таким образом, внесение органических удобрений обеспечивает увеличение водопроницаемости и инфильтрационной способности почвы, ее противозерозионной устойчивости и снижает потенциальную возможность поверхностного смыва почвы.

Перспективы развития моделирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия связаны с разработкой динамических моделей управления продукционным процессом в агроценозах и регулирования плодородия почв, поскольку для оптимального роста и развития растений необходимо определенное сочетание не только свойств почв, но и конкретных режимов (влаги, элементов питания и др.) и процессов, развивающихся во времени и совпадающих с потребностью растений в тех или иных факторах жизни в различные фазы развития. Важная роль в ускоренном восстановлении и повышении плодородия эродированных земель принадлежит удобрениям. Учитывая высокую отдачу удобрений на смывных почвах, необходимо исследование эффективности повышенных доз удобрений, установление их оптимальных значений, выявление гидрологической и агрохимической роли удобрений в повышении плодородия почв и урожая сельскохозяйственных культур [10-12]. Для сохранения и воспроизводства плодородия почв и урожая сельскохозяйственных культур смывных земель особо актуально научное обоснование системы удобрения в севооборотах на эродированных почвах и эрозионно опасных землях.

4. Влияние органических и минеральных удобрений на производительную способность эродированных серых лесных почв

Вариант опыта	Год наблюдения				Средняя за 4 года		
	1-й яч- мень, ц/га	2-й овёс, ц/га	3-й яч- мень, ц/га	4-й вик- овёс, ц/га	урожай- ность, ц к.е.	прибавка ц к.е.	%
<i>1-й опыт</i>							
Контроль (без удобрений)	18,5	30,9	20,7	20,2	24,28	-	-
N ₆₀ P ₄₀ K ₃₀	26,0	41,3	26,3	24,5	31,84	7,56	31,14
N ₉₀ P ₆₀ K ₄₅	27,1	48,2	31,2	27,1	35,98	11,7	48,19
N ₁₂₀ P ₈₀ K ₆₀	25,4	49,1	35,9	28,3	37,40	13,12	54,04
50 т/га навоза + N ₆₀ P ₄₀ K ₃₀	22,5	50,0	41,1	32,1	39,2	14,92	61,45
P, %	4,5	3,5	5,8	4,4			
НСР ₀₅ , ц/га	1,5	5,1	4,5	3,4			
<i>2-й опыт</i>							
Контроль (без удобрений)	16,8	29,8	19,4	21,1	23,30	-	-
Зябь + 50 т/га навоза	18,1	38,6	22,0	23,8	27,31	3,9	17,9
Зябь + 100 т/га навоза	25,1	42,0	25,5	27,6	32,23	8,3	38,2
Зябь + 150 т/га навоза	29,9	48,7	30,1	29,8	37,25	12,9	60,4
P, %	3,0	6,4	2,2	5,8			
НСР ₀₅ , ц/га	3,1	8,6	2,6	4,5			

Результаты исследования эффективности действия различных доз минеральных и органических удобрений и их сочетание показали различную отзывчивость культур на уровни элементов питания (табл. 4). В контрольных вариантах, без применения как минеральных, так и органических удобрений, урожайность культур севооборота была наименьшей. Внесение возрастающих доз азотных, фосфорных и калийных удобрений обеспечивает увеличение урожайности культур почвозащитного севооборота. При сочетании минеральных удобрений (N₆₀ P₄₀ K₃₀) с 50 т/га органических удобрений установлена самая высокая средняя урожайность за 4 года овса, ячменя и вико-овсяной смеси.

Интерес представляют результаты исследования эффективности действия возрастающих доз органических удобрений на производительную способность эродированных серых лесных почв. Результатами опыта доказана высокая отзывчивость культур севооборота на возрастающие дозы органических удобрений. Так увеличение дозы навоза с 50 до 150 т/га обеспечило рост урожайности культур севооборота. Самая высокая отзывчивость культур севооборота на внесении 150 т /га навоза отмечена для овса, ячменя и вико-овсяной смеси. Однако, если сравнить урожайность культур за 4 года севооборота, то наибольшую урожайность обеспечивает сочетание минеральных удобрений в дозе $N_{60} P_{40} K_{30}$ с 50 т/га навоза.

Заключение. Исследованиями установлено положительное влияние контурно-полосной организации территории с размещением контурных стокорегулирующих защитных лесных насаждений и органоминеральной системы удобрения на факторы, обуславливающие повышение плодородия и экологической устойчивости серых лесных почв:

- стокорегулирующие контурные лесные полосы обеспечивают оптимизацию плотности и повышение пористости почвы, что способствует инфильтрации талых и ливневых вод, накоплению влаги в почве и улучшению водно-воздушного режима. Это, в итоге, оказывает положительное влияние на все живые организмы данного агробиоценоза;

- доказаны закономерности распределения содержания гумуса в профиле серой лесной почвы в зависимости от характера расположения их на склонах: в серых лесных почвах, расположенных в нижней части склона, отмечается увеличение мощности гумусового слоя и содержания в нем гумуса до 3,2% в верхней части профиля и до 2,9% в нижней части переходного горизонта (A_2B);

- запасы гумуса в пахотном слое серой лесной почвы изменяются от 102,0 т/га в верхней части склона до 118,1 т/га в нижней части склона;

- под действием защитных лесных насаждений в пахотном слое снижаются потери органического вещества, активизируется процесс почвообразования;

- на участках с контурным размещением защитных лесных насаждений в почве отмечено более высокое

содержание гумуса по сравнению с участками, на которые не распространяется влияние защитных лесных насаждений;

- применение органических и минеральных удобрений на эродированных почвах обеспечивает увеличение урожайности сельскохозяйственных культур и повышение их противозерозионной устойчивости.

Литература

1. Адерихин П.Г., Санталов И.А. Почвенно-эрозионное районирование ЦЧО. Природное и сельскохозяйственное районирование СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1981. – С. 21-27.
2. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Л.: Наука, 1980. – 286 с.
3. Барабанов А.Т., Петелько А.И. Эффективность агролесомелиоративного противозерозионного комплекса с контурной организацией территории на серых лесных почвах Центрального Нечерноземья // Бюлл. ВНИИАЛМИ. Вып 3 (52). – Волгоград, 1987. – С. 17-19.
4. Бондарев А.Г. Теоретические основы и практика оптимизации физических условий плодородия почв // Почвоведение. – 1994. – №11. – С. 10-15.
5. Борец В.П. Итоги и перспективы работы Новосильской ЗАГЛОС им. А.С. Козменко. Рациональное использование эродированных земель. – Тула: Приок. Кн. Изд-во, 1985. – С. 20-29.
6. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А. Флоринский М.К. Легкоразлагаемые органические вещества почв // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – №1. – С.53-55.
7. Зыков И.Г. Зайченко К.И. Почвозащитная роль лесоаграрных ландшафтов // Земледелие. – 1991. – №6. – С. 36-39.
8. Кауричев И.С., Романова Т.А., Сорокина Н.П. Структура почвенного покрова и типизация земель – М.: Изд-во МСХА, 1992. – 151 с.
9. Петелько А.И. Агрохимические свойства смытых серых лесных почв // Агрохимические свойства и приемы их регулирования. – IV Сибирские агрохимические Прянишниковые чтения. – Материалы международной научно-практической конференции (Иркутск, 16-21 июля 2007 г.). – Новосибирск, 2009. – С. 160-168.
10. Петелько А.И., Петелько Н.Е. Эффективность удобрений на смытых почвах // Земледелие. – 1987. – №10. – С. 42-44.
11. Степанова Л.П., Наконечный А.Г., Влияние контурных защитных лесных полос на содержание легкоразлагаемого органического вещества в пахотном слое серых лесных почв. – Материалы международной научно-практической конференции «Человек и окружающая среда». – Пенза, 2000. – С. 93-94.
12. Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Коренькова Е.А., Степанова Е.И., Таракин А.В., Тихойкина И.М. Организация и особенности проектирования экологически безопасных агроландшафтов. – Санкт-Петербург, 2019. – 265 с.
13. Сурмач Г.П. Водная эрозия и борьба с ней. – Л.: Гидрометеоздат, 1976. – 254 с.
14. Юркин С.Н., Виноградова С.В., Фисенко Л.А. Проблема гумуса и ресурсы органических удобрений // Земледелие. – 1981. – №10. – С. – 46-49.

AGRO-ENVIRONMENTAL EFFICIENCY EVALUATION OF THE DIFFERENT FERTILIZATION PROGRAMS AND USE OF FOREST BUFFER STRIPS FOR RESTORING FERTILITY OF SLOPE-POSITIONED SOILS

L.P. Stepanova¹, A.I. Petelko², A.G. Nakonechny³, S.Yu. Khalimon¹

¹Oryol State Agricultural University named after N.V. Parakhin, Generala Rodina ul. 69, 302019 Oryol, Russia, e-mail: swetlana.halimon@yandex.ru;

²Novosilsk area-based agroforestry experiment station named after A.S. Kozmenko, Semashko ul. 2A, Mtsensk, Russia;

³Oryol-Agro-Produkt, Kutafino vil. 10V, 303206, Russia

As anthropogenic impact increases and new slope-positioned lands are brought into production it is necessary to ensure that they are erosion resistant.

The aim of the research was to study how contour-strip cropping and different quantities of fertilizers affect intensity of rainfall-generated and snowmelt runoff as well as properties and composition of grey forest soils.

The object of the research is a plot of grey forest soil positioned on western slopes and observed in 12 soil profiles.

The aim of the research was to study how efficiently contour-strip cropping and fertilizers based on worm castings, zeolite, cattle manure, along with mineral fertilizers (ammonia nitrate, potassium chloride, double super phosphate) affect properties and fertility of eroded grey forest soils.

Research methods: Tyurin's method for defining humus content in soil (GOST (All-Union State Standard) 26213-84); Savvinov's method for soil structure analysis; pycnometer method for determining the particle density of soil; statistical processing of the data was performed according to the Dospikhov recommendations.

The research proved that contour-strip cropping with forest buffer strips and application of organomineral fertilizers have a positive effect on factors contributing to increase of fertility and sustainability of grey forest soils.

Forest buffer strips have been proved to optimize soil density and increase soil porosity, to improve air-water regime, to activate living organisms in agrobiocenosis, to increase thickness of the humus layer and raise humus levels and reserves up to 3.3%-3.6% and 118.5 t/ha in soils positioned in the middle and bottom parts of the slope.

Applying organic and mineral fertilizers to eroded soils increases erosion resistance and agricultural yield.

Slope monitoring along with estimating and predicting their erosion resistance is important for conservation farming and national food security. As the areas of agricultural land decrease rapidly and soil fertility diminishes, counter-erosion measures take on ecological as well as economic significance are become a priority.

Key words: soil, erosion, fertilizers, percolation rate, washout, erodedness, improvement of soil, fertility, productivity, increase, improvement, contour-reclamation systems.

УДК 631.811.1:633.32.24:632.125

ПОТОКИ И БАЛАНС АЗОТА УДОБРЕНИЯ И АЗОТА ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ СЕВООБОРОТА НА ЭРОДИРОВАННОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ (ИССЛЕДОВАНИЯ С ^{15}N)

Сообщение 4. Многолетние бобово-злаковые травы первого года жизни

**Н.Я. Шмырева, к.б.н., А.А. Завалин, акад. РАН, О.А. Соколов, д.б.н.,
ВНИИагрохимии им. Д.Н. Прянишникова**

В условиях трех ротаций пятипольного севооборота многолетние бобово-злаковые травы (клевер луговой + тимофеевка луговая) лучше потребляли азот удобрения, азот почвы и симбиотический азот на приводораздельной части склона при локальном способе внесения азотного удобрения по сравнению с нижней частью склона. При локальном способе внесения азотного удобрения возростала экологическая устойчивость агрофитоценоза многолетних трав, увеличивалось потребление растениями азота удобрения в 1,7-2,2 раза, азота почвы в 1,1-1,3 и симбиотического азота в 1,2-2,0 раза по сравнению с разбросным способом их применения. При этом в почве возростала иммобилизация азота в 1,1-1,4 раза и в 1,5-4,2 раза снижались его потери. Многолетние бобово-злаковые травы 1-го года жизни формировали урожай биомассы при локальном способе внесения азотного удобрения в 1,1-1,3 раза выше, чем при разбросном способе. Наибольшее количество сырого белка (26,8-30,6%) содержалось в травах при локализации азотного удобрения.

Ключевые слова: изотоп азота ^{15}N , севооборот, многолетние бобово-злаковые травы, эрозия, элементы рельефа, потоки и баланс азота, устойчивость, качество урожая.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.112.15

Наличие бобового компонента (клевер, люцерна) в многолетних травосмесях придает им уникальные свойства в жизни агроэкосистем: средообразующий эффект, азотфиксация, плодородие почвы, полноценный корм в питании сельскохозяйственных животных. Велика роль бобово-злаковых трав в структуре севооборота и в защите почв от эрозии [1, 3, 7].

Наиболее остро проблема эффективного управления потоками азота стоит в агроэкосистемах, почвы которых подвержены водной эрозии, снижающей их устойчивость, продуктивность и качество урожая возделываемых культур [2, 4-6].

Многолетним бобово-злаковым травам принадлежит ведущая роль в управлении круговоротом азота, в повышении устойчивости и продуктивности агроэкосистем.

Цель исследований – установить роль многолетних бобово-злаковых трав 1-го года жизни в управлении циклами и балансом азота агроэкосистемы, в повышении ее продуктивности и устойчивости.

Методика. В составе 5-польного севооборота на дерново-подзолистой почве (юго-восточный склон вогнуто-выпуклой формы) 4- и 5-м полями были многолетние бобово-злаковые травы (клевер луговой, тимо-

феевка луговая). ГТК за период вегетации многолетних бобово-злаковых трав 1-го г. ж. (первая ротация севооборота) составил 2,1 (среднемноголетний 1,7), сумма осадков – 231 мм. Во вторую ротацию ГТК снизился до 1,5, сумма осадков – 197 мм. В третью ротацию ГТК периода вегетации трав составил 1,8. В исследованиях в качестве азотного удобрения применяли сульфат аммония (20 ат, % ^{15}N).

Методика приведена в ж. «Плодородие», № 1 (2019 г.), на стр. 47-50.

Результаты и их обсуждения. Многолетние бобово-злаковые травы потребляли наибольшее количество азота во вторую ротацию за счет лучшей фиксации молекулярного азота. При этом потребление азота удобрения несколько уменьшалось, а азота почвы существенно снижалось на приводораздельной части склона и слегка повышалось в нижней его части. В третьей ротации травы фиксировали значительное количество атмосферного азота, тогда как потребление азота удобрения не менялось, а накопление азота почвы снижалось по сравнению с первой ротацией.

Потребление травами азота в нижней части склона снижалось: азота удобрения в 1,3-2,4 раза, азота почвы