



ВЛИЯНИЕ ЛЕСНОЙ ПОЛОСЫ И РЕЛЬЕФА НА ПРОЦЕСС ФОРМИРОВАНИЯ ПЛОТНОСТИ СЛОЖЕНИЯ ПОЧВЫ

МЕДВЕДЕВ Иван Филиппович, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

БЕРИН Александр Юрьевич, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

ГУБАРЕВ Денис Иванович, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

МОЛЧАНОВ Илья Олегович, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока»

В статье рассматриваются результаты наблюдения за процессами формирования плотности сложения почвы и эффективного плодородия под влиянием лесной полосы и рельефа на двух подтипах чернозема. Выявлено увеличение плотности сложения почвы по мере удаления от лесной полосы, что связано с распределением листового опада. Установлен высокий уровень связи между урожайностью яровой пшеницы и плотностью сложения почвы. Максимальная урожайность 6,3 т/га была получена на черноземе обыкновенном с плотностью сложения 1,14 г/см³, а на черноземе южном соответственно 2,6 т/га и 1,21 г/см³. Выявлено, что верхняя часть склона исследуемого агроландшафта обладает наиболее благоприятными агрофизическими свойствами.

Изменение климатических условий, снижение уровня плодородия почв при недостатке применения приемов его воспроизводства привело к повышенной дифференциации критериев и индикаторов состояния почвенного покрова в агроландшафте, где важную роль в регулировании почвенного плодородия занимает его растительная структура. Низкий уровень лесистости территории агроландшафта, недостаточное количество водоемов и участков без систематической механической обработки почвы усиливают процессы деградации почвенного плодородия и снижают эффективность использования земельных ресурсов [1, 2, 8]. Доведение в структуре посевных площадей зерновых культур до 70–75 %, малая доля сеяных многолетних трав и несистематическое применение удобрений приводят к усилению деградации почвенного покрова и не позволяют стабилизировать почвенную экологию [3].

Цель исследования – изучить основные критерии и индикаторы формирования плотности сложения почвы и выявить ее влияние на урожайность яровой пшеницы.

Методика исследований. Исследования проводили на стационарном опыте в рамках локального мониторинга агрофизических свойств в 2014–2017 гг. на полях тестового полигона № 5, расположенного на черноземе южном в условиях экспериментального хозяйства ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока», и тестового полигона № 1 на черноземе обыкновенном (СХОС «Аркадакская»). Плотность сложения почвы изучали под посевами яровой пшеницы. Для этой цели было выбрано облесенное поле площадью 400 га с межполосным пространством 200 м. Ширина защитной водорегулирующей лесополосы плотной конструкции составляла 20 м. Основные древесные культуры исследуемой полосы – дуб и вяз мелколистный.

Наблюдения за формированием плотности сложения почвы проводили по единой схеме, согласно которой отбор почвенных образцов осуществляли строго в установленных точках с привязкой координат: лесная полоса (л.п.), 25 м от л.п., 50 м от л.п., 100 м от л.п., 150 м от л.п. Для наблюдения и мониторинга за отдельными агрофизическими свойствами почвы по рельефу были заложены 5 почвенных профилей, равномерно рассредоточенных по всему склону. В ходе исследований учитывали снеговой покров опытного поля, плотность сложения почвы, ее гранулометрический состав и порозность по слоям почвенного профиля 0–10, 10–20, 20–30, 30–40, 40–60 см [4, 5].

В почвенных профилях наряду с агрофизическими свойствами изучали содержание общего и водорастворимого гумуса (по методу Тюрина в модификации ЦИНАО), нитрификационную способность почвы (по методу Кравкова). Исследования проводили на склоне южной экспозиции крутизной 2–3°. Отдельные критерии (гранулометрический состав, гумус, влажность почвы) и индикаторы (нитрификационная способность) исследовали в слое 0–30 см. Мониторинг агрофизических свойств почвы проводили по основным фазам развития яровой пшеницы. Дифференцированный учет урожая яровой пшеницы осуществляли комбайном «Сампо».

Для статистических расчетов использовали стандартные формулы математической обработки данных в компьютерной программе Excel.

Результаты исследований. Полноразвитые полезащитные лесные полосы в зависимости от географии их размещения в период вегетации сбрасывают на окружающее их поле от 15 до 20 т/га листового опада [9]. В лесной полосе кроме листового опада в процессе отмирания боковых побегов и других растительных остатков в

почву поступает примерно в 1,5 раза больше органических остатков, чем на открытое поле.

Основным критерием плотности сложения является гранулометрический состав почвы. Илистая фракция и в целом фракция «физическая глина» – наиболее динамичные показатели, которые в комплексе, прежде всего с гумусом, формируют плотность сложения. От гранулометрического состава почв и почвообразующих пород в значительной степени зависит интенсивность многих почвообразовательных процессов, связанных с превращением, перемещением и накоплением органических и минеральных соединений в почве. От него зависят все свойства и режимы (водно-физические, физико-механические, воздушные, тепловые), окислительно-восстановительные условия, поглотительная способность, накопление в почве гумуса и элементов питания.

Чернозем южный имеет тяжелосуглинистый гранулометрический состав. Доля фракций «физическая глина» ($<0,01$) – 55,4 %. Доля среднего песка (1–0,25 мм) – 1,61 %, мелкого песка (0,25–0,05 мм) – 23,5 %, крупной пыли (0,05–0,01 мм) – 19,9 %, средней пыли (0,01–0,005 мм) – 8,5 %, мелкой пыли (0,005–0,001 мм) – 12,9 % и ила ($<0,001$ мм) – 33,8 %. В исследуемой почве преобладает фракция ила ($<0,001$ мм) – 33,8 % от абсолютно сухой почвы.

Чернозем обыкновенный имеет суглинистый тяжело-песчаный гранулометрический состав. Доля фракций «физическая глина» ($<0,01$) – 54,5 %, среднего песка (1–0,25 мм) – 0,9 %, мелкого песка (0,25–0,05 мм) – 25,3 %, крупной пыли (0,05–0,01 мм) – 19,3 %, средней пыли (0,01–0,005 мм) – 9,2 %, мелкой пыли (0,005–0,001 мм) – 15,8 % и ила ($<0,001$ мм) – 29,5 %. В исследуемой почве преобладает фракция ила ($<0,001$ мм) – 29,5 % от абсолютно сухой почвы.

Илистая фракция имеет большое значение в почвенном плодородии. Она обладает высокой поглотительной способностью, содержит много гумуса и элементов зольного и азотного питания, способна к структурообразованию [7]. В структурной почве создаются оптимальные условия для развития различных групп микроорганизмов. Наиболее благоприятное влияние на агрофизические свойства почвы оказывает микроструктура при условии ее оптимальной пористости и водопрочности. Исследования показали, что лесная полоса, гранулометрический состав почвы и количество поступившей в почву органики являются основными факторами формирования и динамики агрофизических свойств. Наличие в гранулометрическом составе почвы илистой фракции (33,8 %) и гумуса формирует динамику плотности сложения. На фоне высокой доли илистой фракции основным фактором, регулирующим динамику плотности сложения, является содержание в почве гумуса [6].

Наблюдения показали, что в среднем по всем анализируемым блокам мониторинга плотность сложения гумусового слоя (0–30 см) была на 37,6 % ниже, чем в горизонте ВС. Таким образом, выявлена закономерность увеличения плотности сложения на 4,45 г/см³ при снижении содержания гумуса в почве на 1 %. Плотность сложения почвы в гумусовом слое (0–30 см) на пашне при прочих равных условиях планомерно увеличивается по мере удаления от лесной полосы с 0,93 до 1,39 г/см³, или на 67 %, а также вниз по профилю с 1,05 до 1,43 г/см³. Рост плотности начинается в «плужной подошве» (30–40 см – 1,13 г/см³), с глубиной данная тенденция просматривается более четко. Увеличивается давление механизмов при подготовке к посеву и уборке урожая. Формируется уплотненный слой, который принимает активное участие в почвообразовательных процессах, прежде всего, водно-воздушных и микробиологических (табл. 1, 2).

Воздушные свойства почвы характеризует общая порозность. Наиболее благоприятной для сельскохозяйственных культур считается порозность 50–60 %. Известно, что порозность зависит от влажности, плотности почвы и удельной поверхности ее частиц. Так, наибольшее значение она имеет в гумусовом горизонте и составляет 49,73 %, что соответствует удовлетворительной оценке. С глубиной величина ее уменьшается до 29,41 %. Общая порозность уменьшается с расстоянием от лесной полосы с 49,73 до 29,75 %. Уменьшение порозности связано с пониженным по сравнению с лесной полосой содержанием органических веществ в этих горизонтах и уровнем их структурности. Кроме того, существенное влияние оказывает увеличение в них плотности под влиянием давления верхних гумусовых горизонтов.

По содержанию органического вещества в верхнем гумусово-аккумулятивном горизонте чернозем относится к малогумусным. Максимальное содержание гумуса на исследуемых почвах зафиксировано в пахотном горизонте и горизонте АВ. Его значение равнялось 6,23 %, при этом содержание резко уменьшалось при переходе к нижележащим горизонтам. При удалении от лесной полосы содержание органического вещества в почве пашни уменьшалось до 2,87 %.

Установлены разного уровня корреляции изменения плотности сложения с формирующими ее индикаторами (табл. 3).

Большое значение в формировании эффективного плодородия играет нитрификационная способность почвы, показатели которой непосредственно увязываются с порозностью. Количество гумуса в почве, его фракционный и групповой состав, условия его формирования, количество поступающей в почву органики, водный и воздушный режим, микробиологическая





Таблица 1

Изменение агрофизических свойств чернозема южного в зоне влияния лесной полосы (слой почвы 0–30 см)

Вариант опыта. Расстояние от л.п.	Плотность, г/см ³	Порозность, %	Валовый гумус, %	Влажность, %	Нитрификационная способность, мг/кг
Контроль (л.п.)	0,93	49,73	5,87	22,38	7,30
Пашня 25 м от л.п.	1,14	49,81	6,20	19,82	6,78
Пашня 50 м от л.п.	1,30	43,41	4,62	22,56	6,50
Пашня 100 м от л.п.	1,29	37,11	3,02	17,09	4,36
Пашня 150 м от л.п.	1,39	29,75	2,87	21,16	4,06

Таблица 2

Изменение агрофизических свойств чернозема обыкновенного в зоне влияния лесной полосы (слой почвы 0–30 см)

Вариант опыта. Расстояние от л.п.	Плотность, г/см ³	Порозность, %	Валовый гумус, %	Влажность, %	Нитрификационная способность, мг/кг
Контроль (л.п.)	0,93	53,24	7,64	7,64	2,07
Пашня 25 м от л.п.	1,21	45,33	6,36	6,36	5,47
Пашня 50 м от л.п.	1,36	45,83	2,04	2,04	2,74
Пашня 100 м от л.п.	1,39	45,97	2,64	2,64	4,15
Пашня 150 м от л.п.	1,36	42,23	4,32	4,32	7,35

Таблица 3

Корреляционные связи агрофизических свойств и основных критериев и индикаторов плодородия чернозема южного в зоне влияния лесной полосы

Показатель	Расстояние от л.п.	Нитрификационная способность, мг/кг	Порозность, %	Гумус, %	Плотность, г/см ³
Плотность	0,85	–0,48	–0,77	–0,61	
Влажность	–0,2	0,33	0,30	–0,28	0,08
Урожайность	–0,90	0,56	0,49	0,20	–0,66
Гумус	–0,5	0,17	–0,14		
Порозность	–0,67	0,34			
Нитрификационная способность	–0,66				

активность определяют уровень нитрификационной способности почвы. Наблюдения показали, что по мере удаления от лесной полосы снижаются все исследуемые показатели (r = от $-0,20$ до $-0,67$), кроме плотности сложения, которая прогрессивно увеличивается (r = $0,85$).

Благоприятное воздействие, оказываемое лесной полосой, способствует увеличению порозности (r = $-0,67$) и снижению плотности сложения. При этом лучше протекают процессы нитрификации (r = $-0,66$), что увеличивает продуктивность возделываемой культуры (r = $-0,90$). Микроклиматические особенности и систематическое поступление дополнительной органики в виде листового опада создают благоприятные условия формирования агрофизических свойств и соответственно почвенного плодородия [1].

Корреляционный анализ связи агрофизических показателей выявил высокую обратную взаимосвязь между гумусом и плотностью сложения (r = $-0,61$), плотностью и порозностью почвы (r = $-0,77$), урожайностью и плотностью ($-0,66$). Средняя прямая зависимость отмечена для порозности с урожайностью (r = $0,49$), урожайности с нитрификационной способностью почвы (r = $0,56$).

Средняя обратная зависимость установлена между гумусом и расстоянием от лесной полосы (r = $-0,5$).

Умеренная прямая взаимосвязь установлена между порозностью и влажностью (r = $0,30$), нитрификационной способностью почвы и порозностью (r = $0,34$), нитрификационной способностью и влажностью почвы (r = $0,33$). Умеренная обратная взаимосвязь установлена между нитрификационной способностью почвы и плотностью (r = $-0,48$). Слабая прямая взаимосвязь установлена между нитрификационной способностью почвы и гумусом (r = $0,17$), гумусом и урожайностью (r = $0,2$). Слабая обратная взаимосвязь установлена между влажностью и расстоянием от лесной полосы (r = $-0,20$), гумусом и влажностью (r = $-0,28$). Корреляционный анализ плотности сложения с размером почвенных фракций показал положительную связь между наиболее мелкой коллоидной фракцией. Фракции более крупного размера отрицательно влияют на плотность сложения почвы. Рельеф оказывает сильное влияние на агрофизические свойства почвы (табл. 4).

Наиболее оптимальная плотность сложения $1,05$ г/см³ в слое 0–30 см сформировалась в верхней части склона. В нижней части склона она

повысилась до 1,13 г/см³, что на 7 % выше, чем на верхней части склона. Порозность почвы оказалась высокой на более гумусированной верхней части склона (37,11 %), на нижней – 21,37 %, или на 42,3 % ниже, чем на верхней.

Рельеф поля оказал заметное влияние на критерии и индикаторы почвенного плодородия. Органического вещества почвы в нижней части склона (4,08 %) содержалось на 22,6 % меньше, чем в верхней. Это связано с перераспределением в межполосном пространстве листового опада лесной полосы и процессом смыва более обеспеченной гумусом илистой фракции с верхней части склона. В соответствии с содержанием гумуса на различных частях склона формируется нитрификационная способность почвы. Сельскохозяйственные культуры являются наиболее устойчивым тестом на уровень почвенного плодородия, в том числе и на агрофизические свойства почвы (табл. 5).

В среднем за 2 года по двум подтипам черноземной почвы урожайность яровой мягкой пшеницы составила 3,9 т/га. Отмечается четкая дифференциация урожайности возделываемой культуры по зонам влияния лесной полосы. При удалении от лесной полосы выявлено снижение продуктивности. На черноземе южном от 2,7 до 1,9 т/га ($HCP_{0,95} = 0,04$), на черноземе обыкновенном – от 6,2 до 5,1 т/га ($HCP_{0,95} = 0,025$). Такая тенденция отмечена также по годам исследования ($HCP_{0,95} = 0,029$ – на черноземе южном, $HCP_{0,95} = 0,018$ – на черноземе обыкновенном).

Благоприятные агрофизические свойства являются основным и необходимым условием реализации почвенного плодородия для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. Максимальная урожайность яровой пшеницы 4,5 т/га была получена в первой наиболее плодородной зоне, где происходит ежегодная концентрация листового аппарата, активная гу-

мификация которого оказывает благоприятное влияние как на агрофизические свойства почвы, так и на элементы эффективного плодородия.

Урожайность яровой пшеницы находится в прямой связи с элементами почвенного плодородия. Чем больше расстояние от лесной полосы, тем ниже урожайность, что может быть связано с распределением по поверхности поля листового опада деревьев лесной полосы. Выявленная закономерность зависимости урожайности от лесной полосы справедлива для двух изучаемых подтипов черноземных почв.

Таким образом, длительная взаимосвязь между почвой и древесной растительностью увеличивает за счет поступления систематического опада содержание гумуса и оптимизирует пищевой режим почвы, который оказывает положительное влияние как под лесной полосой, так и на прилегающей к полосе пашне.

Выводы. Лесные полосы оказывают большое влияние на элементы плодородия почвы. Наиболее сильно это сказывается в зоне, прилегающей к лесной полосе 0–50 м.

Содержание органического вещества в почве снижается с удалением от лесной полосы, в свою очередь плотность сложения почвы увеличивается с расстоянием, порозность почвы уменьшается.

Максимальная урожайность яровой пшеницы отмечена в верхней части склона. Уровень плотности сложения зависит от подтипа чернозема. Максимальная урожайность 6,3 т/га была получена на черноземах обыкновенных с плотностью сложения 1,14 г/см³, а на черноземе южном, где плотность сложения выше (1,21 г/см³), урожайность составила 2,6 т/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроресомелиорация / под ред. А.Л. Иванова, К.Н. Кулика. – Волгоград: ВНИАЛМИ, 2006. – 746 с.

Таблица 4

Изменение агрофизических свойств почвы в зависимости от размещения по элементам рельефа в слое почвы 0–30 см

Элемент рельефа	Плотность, г/см ³	Порозность, %	Валовый гумус, %	Влажность, %	Нитрификационная способность, мг/кг	Урожайность, т/га
Верх склона	1,05	37,11	6,20	17,61	5,91	4,01
Середина склона	1,12	26,92	4,71	21,94	4,36	3,02
Низ склона	1,13	21,37	4,08	29,49	4,06	2,78

Таблица 5

Влияние лесных полос на урожайность яровой пшеницы, т/га

Вариант опыта. Расстояние от л.п.	Чернозем южный			Чернозем обыкновенный			Среднее по двум почвенным разностям
	2016 г.	2017 г.	среднее	2016 г.	2017 г.	среднее	
25 м от л.п.	2,8	2,6	2,7	6,1	6,3	6,2	4,5
50 м от л.п.	2,6	2,4	2,5	5,7	5,3	5,5	4,0
100 м от л.п.	2,3	2,1	2,2	5,3	4,7	5,0	3,6
150 м от л.п.	1,9	1,9	1,9	5,6	4,6	5,1	3,5





2. Бараев А.И. Почвозащитное земледелие. – М.: Колос, 1975. – 304 с.
3. Безуглова О.С., Хырхырова М.М. Почвы Ростовской области. – Ростов-н/Д.: Изд-во ЮФУ, 2008. – 352 с.
4. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
5. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – 192 с.
6. Каиштанов А.Н., Лисецкий Ф.Н., Швец Г.И. Основы ландшафтно-экологического земледелия. – М.: Колос, 1994.
7. Медведев И.Ф. Агроэкологические основы повышения плодородия склоновых черноземных почв Поволжья: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Саратов, 2001. – 384 с.
8. Моисеев К.Г. К оценке физического состояния дерново-подзолистых почв // Агрофизика. – 2011. – № 1. – С. 38.

9. Соловьев П.Е. Влияние лесных насаждений на почвообразовательный процесс и плодородие степных почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1967. – 306 с.

Медведев Иван Филиппович, д-р с.-х. наук, проф., главный научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия.

Верин Александр Юрьевич, аспирант, младший научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия.

Губарев Денис Иванович, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия.

Молчанов Илья Олегович, аспирант, младший научный сотрудник, ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока». Россия.
410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, 7.
Тел.: (8452) 64-76-88; e-mail: raiser_saratov@mail.ru.

Ключевые слова: лесная полоса; плотность сложения почвы; порозность почвы; валовый гумус; нитрификационная способность почвы; почвенная влага; урожайность.

INFLUENCE OF THE FOREST BELT AND RELIEF ON THE FORMATION OF SOIL CONSISTENCY DENSITY

Medvedev Ivan Philippovich, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Chief Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region, Russia.

Verin Alexander Yuryevich, Post-graduate Student, Younger Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region, Russia.

Gubarev Denis Ivanovich, Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region, Russia.

Molchanov Ilya Olegovich, Post-graduate Student, Younger Researcher, Agricultural Research Institute for South-East Region, Russia.

Keywords: forest belt; soil consistency density; soil porosity; gross humus; nitrification ability of soil; soil moisture; productivity.

The article reviews the results of monitoring the processes of formation of soil consistency density and effective fertility under the influence of forest belt and relief in two subtypes of chernozem. An increase in the density of soil consistency as it moves away from the forest belt has been revealed. It is related to the distribution of leaf litter. A high level of connection between the yield of spring wheat and the density of soil was established. The maximum yield of 6.3 tons / ha was in ordinary chernozem with consistency density of 1.14 g / cm³, and in the southern chernozem 2.8 tons/ha and 1.21 g/cm³, respectively. It was revealed that the upper part of the slope of the investigated agrolandscape has the most favorable agro-physical properties.

УДК 581.526

СТЕПНЫЕ СООБЩЕСТВА САРАТОВСКОГО ЗАВОЛЖЬЯ, НУЖДАЮЩИЕСЯ В ОХРАНЕ. СООБЩЕНИЕ 1*

НЕВСКИЙ Сергей Александрович, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

ДАВИДЕНКО Ольга Николаевна, Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского

В статье приводятся данные о составе и структуре сообществ пустынных степей Саратовского Заволжья, нуждающихся в охране. Рассмотрены особенности структуры изученной растительности и состояние ценопопуляций охраняемых видов растений.

В рамках современных исследований, связанных с вопросами сохранения фиторазнообразия какого-либо региона, отдельное внимание уделяется выявлению растительных сообществ, нуждающихся в охране. Для территории Саратовской области в последние годы выполнен целый ряд исследований в этом направлении [2, 3, 7, 8].

Цель данной работы – характеристика степных сообществ Саратовского Заволжья, нуждающихся в охране.

Методика исследований. Описание сообщества дано в соответствии с паспортом, разра-

ботанным для редких сообществ Саратовской области [4]. Для предлагаемых к охране фитоценозов принята следующая шкала категорий и статусов редкости:

1 (Е) – (exceptional) уникальные для области фитоценозы, известные из 1–2 точек, для сохранения которых целесообразна организация особо охраняемых природных территорий.

2 (R) – (rare plants communities) истинно редкие фитоценозы, известные для области из 3–5 точек.