

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОД ОВЕС С ПОДСЕВОМ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ПЛОТНОСТЬ СЛОЖЕНИЯ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ВЛАДИМИРСКОГО ОПОЛЯ

Зинченко Сергей Иванович, д.с.-х.н., ведущий научный сотрудник отдела агрофизики почвы ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ», E-mail: zinchenkosergei@mail.ru

Мазиров Михаил Арнольдович, д.б.н., профессор кафедры земледелия и методики опытного дела РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Григорьев Александр Арсентьевич, к.с.-х.н., ведущий научный сотрудник отдела агрофизики почвы ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ»

Аннотация: Изучено влияние приемов основной обработки под ячмень с подсевом многолетних трав (клевер+тимофеевка) в зернотравяном севообороте на плотность сложения серой лесной слабоподзолистой среднесуглинистой почвы. Исследования проводились в длительном стационарном опыте, заложенном в 1986 году в ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ». Урожайность овса на изучаемых вариантах формировалась при плотности сложения серой лесной почвы в слое 0-30 см в интервале от 1,35 до 1,48 г/см³. Этот интервал, вероятно, является оптимальным для формирования урожая овса с подсевом многолетних трав, при равновесной плотности сложения в этот период на залежи - 1,48-1,50 г/см³.

Ключевые слова: приемы основной обработки почвы, серая лесная почва, овес с подсевом многолетних трав, клевер, тимофеевка, плотность сложения, урожайность.

Введение. Важным показателем физического состояния пахотного слоя является ее плотность сложения, которая в значительной степени регулируется обработкой. Обработывая почву, мы изменяем её плотность, чтобы сформировать оптимальные показатели сложения для произрастания культурных растений, что в свою очередь оказывает влияние на водный, воздушный, тепловой режимы и, в конечном итоге, на биологическую активность пахотного слоя [1, 2]. При этом важно не ухудшить свойства обрабатываемой почвы, сформировав излишне рыхлый пахотный слой, что обычно приводит к снижению плодородия и дополнительным энергетическим затратам на возделывание культур [3,4,5].

Обобщая имеющиеся данные по плотности сложения серых лесных тяжелосуглинистых почв А.И. Пупонин (2010) пришел к выводу, что

оптимальная величина плотности для зерновых культур составляет 1,15-1,25 г/см³, при этом равновесная плотность находится на уровне 1,40 г/см³ [6].

В работах А.В. Королева (1970) установлено, что оптимальная величина плотности, для отдельных возделываемых зерновых культур на тяжелом и среднем суглинке составляет соответственно 1,15-1,40 г/см³ и 1,25-1,40 г/см³ [7]. Последующие исследователи позволили установить, что при высокой обеспеченности растений элементами питания уменьшается неблагоприятное влияние высокой плотности почвы на урожайность сельскохозяйственных культур [6].

Целью исследований было изучить динамику плотности сложения серой лесной почвы под овсом с подсевом многолетних трав в зависимости от системы приемов основной обработки в зернотравяном севообороте.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования проводились во ФГБНУ «Верхневолжском ФАНЦ» (г. Суздаль) в стационарном полевом опыте, заложенном в 1986 г. на серой лесной среднесуглинистой почве. Севооборот опыта: овес + мн. травы (клевер+тимopheевка) – мн. травы 1 г.п.- мн. травы 2 г.п. – озимая рожь – яровая пшеница - ячмень. Исследования проводили в посевах овса с подсевом мн. трав по следующей схеме вариантов основной обработки в севообороте: 1 – ежегодная плоскорезная на 6-8 см; 2 – ежегодная плоскорезная на 20-22 см; 3 – ежегодная отвальная вспашка на 20-22 см; 4 – ярусная вспашка на 28-30 см под озимую рожь, под остальные культуры отвальная вспашка на 20-22 см; 5 – ярусная вспашка на 28-30 см под озимую рожь, под остальные культуры плоскорезная на 6-8 см.

Почвы опытного участка характеризовались следующими показателями: мощность гумусового горизонта А(Ап+А1) от 31 до 34 см; рН_{kcl} – 5,8, содержание гумуса -2,67- 3,19%, содержание Р₂О₅ (по Кирсанову) – 150 мг/кг, К₂О (по Масловой) – 138 мг/кг почвы.

Для характеристики плотности сложения почвы использовали метод цилиндров [8]. Отбор почвенных образцов проводился в трехкратном повторении в слое почвы 0-30 см через 10 см.

Результаты и их обсуждение. Для обоснования применения в агроэкосистемах приемов основной обработки рассмотрим результаты наших исследований за плотностью пахотного слоя (0-30 см), где обычно на серых лесных почвах в зависимости от культуры и приема основной обработки в Ополе располагается основная масса активных корней большинства сельскохозяйственных растений. У озимой ржи от 54,2 до 64,1%, яровой пшеницы – 42,2 -52,6, у ячменя – 43,5 – 49,2% , овса - 36,7 - 46,8 % [3,8].

В период основной обработки и после обработки под овес с подсевом многолетних трав после ячменя ярового (сентябрь-октябрь) атмосферных осадков выпало от многолетней нормы соответственно 44,5 и 68,0%.

Основную обработку проводили (сентябрь) при влажности на уровне наименьшей влагоемкости (НВ) (21,9%) - 21,3 – 26,6%. Она в целом была оптимальной для крашения почвы, при основной обработке (22%). Более высокая влажность почвы в этот период отмечалась на вариантах с ежегодной обработкой на 20-22 см и разноглубинных обработках, и составляла 23,1-26,6% (табл. 1).

После проведения основной обработки влажность в изучаемом слое почвы за счет выпавших атмосферных осадков и понижении температуры воздуха по опыту выравнивались, и была на уровне - 24,3- 27,1%. По вариантам опыта она была на одном уровне.

Таблица 1. Влияние приемов основной обработки под овес с подсевом мн. трав на влажность серой лесной почвы в слое 0-30 см, %, (среднее за три года)

Вариант	До обработки	После обработки	До посева	После посева	Выметывание	Полная спелость зерна
залежь	22,1	25,1	23,1	18,7	12,2	10,4
1	21,3	26,1	26,5	21,4	17,5	16,7
2	23,4	24,3	27,1	23,0	18,1	16,2
3	26,6	27,0	27,4	21,8	18,7	15,3
4	25,1	27,1	27,0	22,1	19,0	14,4
5	23,1	26,8	25,9	19,5	18,9	15,1
НСР ₀₅	3,1	2,9	3,7	3,1	2,9	3,1

В период посева овса с подсевом многолетних трав (клевер+тимофеевка) в мае месяце выпало – 54,7мм, что было около средне многолетней нормы – 54,0 мм. Запасы влаги были выше уровня наименьшей влагоемкости (21,9%) и составляли - 25,9-27,4%. Их уровень был благоприятный для возделывания культуры.

После посева запасы влаги в слое почвы 0-30 см снижаются на 4,1-6,4 %, вероятно за счет активного испарения с открытой поверхности почвы, но остаются на уровне 19,5-23,0%, то есть практически на уровне наименьшей влагоемкости – 21,9%.

К выметыванию запасы влаги в почве продолжали, уменьшались за счет испарения и их использования растениями. И, несмотря на то, что атмосферных осадков выпало на 41,1% больше многолетней нормы, по вариантам они выравнивались и были на уровне 17,5-19,0% (НСР₀₅ = 2,9%). К созреванию (август) атмосферные осадки превышающие норму на 71,2%, но за счет испарения и использования растениями ее на формирование биомассы запасы продуктивной влаги снижались, но оставались на одном уровне - 14,4 - 16,7% (НСР₀₅ = 3,1%).

В целом, в периоды исследований влажность почвы под овсом с подсевом многолетних трав в слое 0-30 см по вариантам опыта была на одном уровне. Ее запасы зависели от суммы выпадающих атмосферных осадков и фазы развития культуры.

Обоснование эффективности применения в агроэкосистемах приемов основной обработки серой лесной почвы под овес с подсевом многолетних трав базируется на результатах изучения динамики изменения плотности сложения пахотного слоя (0–30 см), где обычно в серых лесных почвах Ополья располагается основная масса активных корней большинства сельскохозяйственных культур. У овса от 36,7 до 46,8 % [9]. Смешанные посевы клевера красного с тимофеевкой луговой представлены разными корневыми системами. У тимофеевки луговой мочковатая корневая система, которая размещается в основном в верхних слоях почвы (0-40см) (92-94%). У клевера красного – стержневая корневая система, состоящая из главного стержневого, сильно ветвящегося корня, и боковых корней первого, второго и последующих порядков. В травосмеси красного клевера с тимофеевкой луговой корневая масса размещена в самых верхних слоях почвы, в слое 0-20 см – от 55,5 до 70,1% от общей массы, в слое 20-40 см – 18,5-26,4% [10].

За величину равновесной плотности сложения для серой лесной среднесуглинистой почвы мы приняли величину плотности сложения на участке пятидесятилетней залежи расположенной у полевого опыта.

После уборки предшествующей культуры (ячмень) плотность сложения по вариантам опыта была на уровне 1,43-1,47 г/см³ (НСР₀₅=0,08 г/см³) и приближалась к равновесным показателям плотности (табл. 2). В среднем за годы исследований на залежи он соответствовал - 1,50 г/см³.

Таблица 2. Влияние приемов основной обработки под овес с подсевом мн. трав на плотность сложения серой лесной почвы в слое 0-30 см, г/см³, (среднее за три года)

Вариант	До обработки	После обработки	До посева	После посева	Вымётывание	Полная спелость зерна
залежь	1,50	1,45	1,48	1,48	1,48	1,50
1	1,47	1,31	1,30	1,41	1,41	1,48
2	1,43	1,13	1,29	1,35	1,45	1,44
3	1,43	1,21	1,31	1,36	1,44	1,38
4	1,44	1,23	1,30	1,36	1,46	1,48
5	1,45	1,43	1,35	1,41	1,48	1,49
НСР ₀₅	0,08	0,10	0,08	0,11	0,10	0,13

Осеннюю обработку проводили при влажности почвы в пределах оптимального для крошения почвы – 21,3-26,6%. Проведение основной

обработки серой лесной почвы приводила к снижению плотности в зависимости от глубины и приема обработки до 1,13-1,43 г/см³ (НСР₀₅=0,10 г/см³).

На вариантах с ежегодным рыхлением на 6-8 см и периодическим рыхлением на 6-8 см в чередовании с ярусной вспашкой на 28-30 см наблюдается, более повышенная плотность сложения – 1,31 и 1,43 г/см³. Вероятно, в варианте с ежегодным рыхлением под предшествующие культуры и овес в севообороте на 6-8 см, после ярусной вспашки на 28-30 см под озимую рожь не сохраняется последствие глубокой обработки.

К посеву за счет естественных процессов на вариантах с рыхлением на 20-22 см почва уплотнялась на 0,10-0,16 г/см³, а на вариантах с рыхлением под овес на 6-8 см происходило разуплотнение на 0,01-0,08 г/см³. По вариантам опыта она была на одном уровне 1,29-1,35 г/см³ (НСР₀₅=0,08 г/см³) и была в оптимальном диапазоне для возделывания зерновых культур. На залежи в этот период равновесная плотность сложения составила 1,48 г/см³.

После посева за счет сил гравитации, давления сельскохозяйственной техники и орудий в слое 0-30 см происходило уплотнение почвы до 1,35-1,41 г/см³ (НСР₀₅=0,11 г/см³).

К фазе вымётывание овса почва продолжала уплотняться, не зависимо от приёма и глубины обработки - 1,41-1,48 г/см³ (НСР₀₅=0,10 г/см³). На вариантах с периодическим рыхлением на 6-8 см в чередовании с ярусной вспашкой на 28-30 см плотность сложения достигала равновесной - 1,48 г/см³.

К уборке плотность почвы в слое 0-30 см продолжала увеличиваться, не зависимо от приема и глубины основной обработки и стремится к своему равновесному сложению, достигая величин - 1,38 - 1,49 г/см³ (НСР₀₅=0,13 г/см³). В период уборки (август) наиболее близко к равновесной плотности сложения приближается плотность на вариантах с рыхлением на 6-8 см – 1,48-1,49 г/см³.

Рыхление серой лесной почвы за счет приемов основной обработки снижает ее плотность сложения за счет изменения скважности почвы. Скважность почвы в первую очередь представляет общую скважность, представленную порами различных размеров.

Наблюдения за показателями общей скважности показывают, что до проведения основной обработки на вариантах опыта (после уборки предшествующей культуры - ячменя) она была на уровне 43,4-44,3%, на участке залежи – 43,4%. То есть общая скважность в агроэкосистемах в этот период не превышала равновесную общую скважность на участке залежи и была на ее уровне (табл. 3).

После проведения основной обработки почвы, за счет ее рыхления общая скважность на изучаемых вариантах увеличивалась на 1,6-12,5%.

Наибольший объем скважности отмечается на вариантах с рыхлением на глубину 20-22 см. После посева за счет увеличения плотности сложения общая скважность снижается на 3,8-8,6%. Наибольшее снижение объема общей скважности происходит на вариантах с рыхлением на глубину 20-22 см.

К колошению и уборке с уменьшением влажности почвы до 14,4-16,6% и продолжающемся увеличением плотности сложения объем общей скважности уменьшается и к уборке достигает уровня периода «до обработки» - 42,4-44,5%.

Таблица 3. Влияние приемов основной обработки под овес с подсевом мн. трав на общую скважность серой лесной почвы в слое 0-30 см, %, (среднее за четыре года)

Вариант	До обработки	После обработки	После посева	Колошение	Уборка
Залежь	43,4	43,4	42,7	43,1	37,7
1	43,5	49,4	45,6	44,6	42,8
2	44,1	56,6	48,4	44,4	44,5
3	44,0	49,7	47,8	44,5	48,5
4	44,3	52,8	48,5	43,0	43,1
5	43,4	45,0	45,5	43,0	42,1

Общая скважность представляет сумму объемов капиллярной и некапиллярной скважности. Капиллярная скважность определяет возможность почвы задерживать в этих порах воду для использования растениями или способствует перемещению по ним к месту ее потребления.

Перед обработкой объем капиллярных пор в слое почвы 0-30 см на изучаемых вариантах был на уровне залежи и соответствовал 30,0-40,6% (табл. 4)

Таблица 4. Влияние приемов основной обработки под овес с подсевом мн. трав на капиллярную скважность серой лесной почвы в слое 0-30 см, %, (Среднее за четыре года)

Вариант	До обработки	После обработки	После посева	Колошение	Уборка
Залежь	40,7	40,7	39,2	41,9	36,4
1	39,9	39,7	39,7	41,9	39,4
2	40,6	36,9	40,3	42,3	41,1
3	38,9	37,8	40,1	42,2	42,4
4	30,0	39,1	40,4	41,4	40,6
5	38,7	39,4	39,3	41,0	39,7

После основной обработки капиллярная скважность формируется на уровне 36,9-39,7%.

В весенний период после посева в результате увеличения на всех вариантах плотности сложения объем капиллярной скважности увеличивается, на вариантах с рыхлением на глубину 20-22 см на 1,3-3,4%.

Приближаясь к уровню капиллярной скважности на участке залежи – 39,2%. При рыхлении на 6-8 см объем капиллярных пор, как и в период после основной обработки был на уровне 39,3-39,7 и соответствовал уровню некапиллярной скважности участка залежи.

В последующие фазы развития овса с подсевом многолетних трав с увеличением плотности сложения объем капиллярных пор снижается и к уборке достигает уровня 39,4-42,4% от общей скважности.

Составной частью общей скважности является некапиллярная скважность. Которая влияет на газообмен почвы и атмосферы, интенсивность впитывания выпадающих осадков в почву. Перед проведением основной обработки под овес объем некапиллярных пор по вариантам опыта находился на уровне 3,6 - 5,7% (табл. 5).

На варианте залежи он соответствовал - 2,7% от объема общей скважности. Объем некапиллярной скважности на изучаемых вариантах превышал объем некапиллярной скважности на участке залежи на 0,9-3,0%, вероятно, на уровень некапиллярной скважности на изучаемых вариантах оказало влияние последствие предыдущих основных обработок в зернотравяном севообороте.

После рыхления в агроэкосистемах наибольший объем некапиллярных пор формируется на вариантах с обработкой на глубину 20-22 и особенно с предыдущими на 28-30 см. Если при ежегодном рыхлении на 6-8 см объем некапиллярных пор увеличивается на 6,1%, то при рыхлении на 20-22 см на 6,8-15,0%. В экосистеме он оставался на прежнем уровне и составил 2,7% от общей скважности.

В последующие фазы развития овса с подсевом многолетних трав объем некапиллярных пор на вариантах опыта с увеличением плотности сложения уменьшался и к уборке практически достигал уровня объема некапиллярных пор в период «перед обработкой» и соответствовал – 2,4-6,1% от уровня общей скважности. Но был выше уровня некапиллярной скважности в этот период на участке залежи – 1,3%.

Однако после проведения посева в весенний период с увеличением плотности сложения по вариантам опыта объем некапиллярных пор резко снижается, на вариантах с рыхлением на глубину 20-22 см на 4,2-11,6%.

Таблица 5. Влияние приемов основной обработки под овес с подсевом мн. трав на некапиллярную скважность серой лесной почвы в слое 0-30 см, %, (Среднее за четыре года)

Вариант	До обработки	После обработки	После посева	Колошение	Уборка
Залежь	2,7	2,7	3,5	1,2	1,3
1	3,6	9,7	5,9	2,7	3,4
2	4,7	19,7	8,1	2,0	3,5

3	5,1	11,9	7,7	2,3	6,1
4	5,3	13,7	8,1	1,6	2,5
5	5,7	5,6	6,2	2,0	2,4

На варианте с рыхлением на 6-8 см с предыдущей обработкой под озимую рожь на 28-30 см некапиллярная скважность от периода «до обработки» и к периоду «после посева» оставалась практически на одном уровне. Вероятно здесь наблюдаем последствие ярусной вспашки на 28-30 см. На варианте с рыхлением на 6-8 см она формировалась на уровне 5,9% от общей скважности.

Анализируя полученный урожай и сформированную плотность сложения в изучаемых вариантах основной обработки в зернотравяном севообороте под овес с подсевом многолетних трав можно отметить, что урожайность овса была на уровне 2,93-3,07 т/га ($НСП_{05}=0,26$ т/га) (табл. 6).

Таблица 6. Урожайность овса с подсевом многолетних трав и интервал плотности сложения в период его вегетации

Вариант	Урожайность овса в среднем за три года, т/га	Интервал плотности сложения в годы исследования в период вегетации*, г/см ³
Залежь	-	1,48-1,50
Ежегодная плоскорезная на 6-8 см	2,93	1,41-1,48
Ежегодная плоскорезная на 20-22 см	3,01	1,35-1,45
Ежегодная отвальная вспашка на 20-22 см	3,07	1,36-1,44
Ярусная вспашка на 28-30 см под озимую рожь, под остальные культуры отвальная вспашка на 20-22 см	3,05	1,36-1,48
Ярусная вспашка на 28-30 см под озимую рожь, под остальные культуры плоскорезная на 6-8 см	3,01	1,41-1,41
$НСП_{05}$	0,26	Интервал - 1,35-1,48 г/см ³

*Период от всходов до созревания культуры

Закключение. Тенденция к снижению уровня урожайности в сравнении с ежегодными обработками на 20-22 см или их чередования с ярусной вспашкой отмечается на ежегодном рыхлении на 6-8 см - 2,93 т/га. На остальных вариантах урожайность овса была на одном уровне - 3,01-3,07 т/га.

Однако существенной разницы между изучаемыми вариантами в урожайности не наблюдается. А в связи с тем, что урожайность овса на изучаемых вариантах формировалась при плотности сложения серой лесной почвы в слое 0-30 см в интервале от 1,35 до 1,48 г/см³. Этот интервал, вероятно, является оптимальным для формирования урожая овса с подсевом

многолетних трав, при равновесной плотности сложения в этот период на залежи - 1,48-1,50 г/см³.

Библиографический список

1. Бекаревич Н.И. Структура почвы и условия жизни растений/ Н.И. Бекаревич, Д.И. Буров, С.И. Долгов, И.Б.Ревут, А.И. Шевлягин. В кн. Изменение почв при окультуривании, их классификация и диагностика. - М. 1965.- С.66-70.
2. Зинченко М.К., Зинченко С.И., Стоянова Л.Г. Агробиологические проблемы токсичности серой лесной почвы/ М.К. Зинченко, С.И. Зинченко, Л.Г.Стоянова// Сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции «Информационно-технологическое обеспечение адаптивно-ландшафтных систем земледелия», ВНИИЗПЭиЗПЭ, 11-13 сентября 2012 г., Курск. Курск., 2012. – 301 с.
3. Зинченко С.И. Основы обработки черноземов / С.И. Зинченко. М., 2006. – 248 с.
4. Зинченко С.И. Почвы и растения/ С.И. Зинченко, М.А. Мазиров, М.К.Зинченко. М., 2008. – 284 с.
5. Зинченко С.И. Особенности использования влаги яровой пшеницы в агроэкосистемах Опольной зоны// Владимирский земледелец. - № 1(75). – 2016.- С.24-31.
6. Пупонин А.И. Научные и практические основы минимальной обработки почвы/ А.И. Пупонин //Ресурсосберегающие технологии обработки почвы в адаптивном земледелии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. РГАУ-МСХА. М.- 2010. – С.13 -29.
7. Королев А.В. Влияние и создание нормального сложения пахотного слоя дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы для озимой ржи: сб.трудов. Л.: Пушкин,1970. 97с.
8. Водюнина, А.Ф. Методы исследований физических свойств почвы /А.Ф. Водюнина, З.А. Корчагина. – М., 1986. – 416 с.
9. Зинченко С.И. Особенности развития корневой системы зерновых культур//Земледелие. 2015.№6.С.32-35.
10. Устименко А.С., Данильчук П.В., Гвоздиковская А.Т. Корневые системы и продуктивность сельскохозяйственных растений. Киев: Урожай, 1975. 368с.

THE INFLUENCE OF THE METHODS OF BASIC PROCESSING FOR OATS WITH THE SOWING OF PERENNIAL GRASSES ON THE DENSITY OF THE GRAY FOREST SOIL OF THE VLADIMIR OPOLE

S. I. Zinchenko¹, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher

M.A. Mazirov², Doctor of Biological Sciences, Professor¹

A.A. Grigoriev¹, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher

¹*Verkhnevolzhsky Federal Agrarian Scientific Center Tsentralnaya str., 3, Novy settlement, Suzdal district, Vladimir Region, 601261, Russian Federation*

²*Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy, 127434, Moscow, ul. Timiryazevskaya, 49, Russian Federation*

Abstract. *The influence of the methods of basic processing for barley with the sowing of perennial grasses (clover + timofeevka) in the grain-grass crop rotation on the density of the gray forest slightly podzolic medium loamy soil was studied. The research was carried out in a long-term stationary experiment, laid down in 1986 at the Verkhnevolzhsky Federal Agrarian Scientific Center. The yield of oats in the studied variants was formed at a density of addition of gray forest soil in a layer of 0-30 cm in the range from 1.35 to 1.48 g/cm³. This interval is probably optimal for the formation of an oat crop with the sowing of perennial grasses, with an equilibrium addition density of 1.48-1.50 g/cm³ for deposits during this period.*

Key words: *basic tillage techniques, gray forest soil, oats with sowing of perennial grasses, clover, timofeevka, addition density, yield.*

УДК 631.465: 631.445.25

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

Зинченко Мария Казимировна, к. б. н., ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологии

Зинченко Сергей Иванович, д. с.-х. н., ведущий научный сотрудник отдела агрофизики почв Верхневолжский федеральный аграрный научный центр E-mail: ropel62@yandex. ru.

Аннотация: *Представлены материалы по влиянию приемов основной обработки на ферментативную активность серой лесной слабоподзоленной среднесуглинистой почвы. Исследования проводились в стационарном опыте Верхневолжского ФАНЦ в период 2017-2019гг., где изучали активность почвенных оксидоредуктаз (каталаза, полифенолоксидаза, пероксидаза. Наиболее благоприятным для формирования предгумусовой фракции и активизации биогенеза гумусовых веществ является вариант ежегодной плоскорезной обработкой на 6-8см.*