

доз//Международный сельскохозяйственный журнал. – 2020. – №1. – С. 83-86.
5. Дадькин В.П. Особенности поведения растений на холодных почвах. – М.: Наука, 1952. – 279 с.
6. Журбицкий З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. – М.: Изв. АН СССР, 1963.
7. Савич В.И., Трубицина Е.В. Химическая автография прикорневой зоны растений на основе электролиза и ионитовых мембран// Агрохимия. – 1986. – №10. – С. 120-125.

8. Савич В.И., Трубицина Е.В., Докучаев В.С. Оценка состояния системы почва-растение по содержанию и соотношению положительно и отрицательно заряженных соединений// Почвоведение. – 1990. – №9. – С. 61-72.
9. Савич В.И., Антиканг Д. Корректировка оптимальных параметров почвенного плодородия с учетом сорбционных свойств корневых систем растений// Доклады ВАСХНИЛ. – 1991. – С. 11-14.
10. Сорокин А.Е., Седых В.А., Филиппова А.В. Информационная оценка в системе почва-растение// Международный сельскохозяйственный журнал. – 2021. – №1. – С. 17-21.

ROOT ZONE OF PLANTS AS A CRITERION OF SOIL FERTILITY

**I.I. Tazin, Ph.D., O.E. Efimov, Ph.D., V.I. Savich, Doctor of Agricultural Sciences, E.S. Fedyanin,
RSAU-Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazeva**

A significant difference in the sorption properties of the root systems of individual plant species and varieties is shown. It is proposed to evaluate the sorption properties of plant root systems by the composition of the equilibrium nutrient solution and soil suspension after plant cultivation, by comparing the data of analyzes of soils in the root zone and the entire mass of the soil, when assessing changes in the root zone of positively and negatively charged complex ion compounds, by the absorption by roots ions from ion exchange membranes, by the absorption of ions from a nutrient solution after growing in a soil suspension.

The necessity of assessing the sorption properties of the root systems of plant species and varieties for adjusting the assessment of soil fertility and applied fertilization systems is proved. It is shown that the sorption properties of plant root systems change depending on the combination of soil properties and hydrothermal conditions of the territory. According to the data obtained, it is advisable to draw up passports of the peculiarities of the sorption properties of plant species and varieties.

Key words: soil, root zone, sorption properties of roots.

УДК 631.51:631.417:631.45

DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.04

СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ЛУГОВО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ПОЧВЕ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМАХ ОБРАБОТКИ

**Н.А. Воронкова, д.с.-х.н., Н.Ф. Балабанова, к.с.-х.н., Л.В. Юшкевич, д.с.-х.н.,
ФГБНУ «Омский АНЦ»
644012, Россия, Омская область, г. Омск, пр. Королева, 26
natascha.balabanowa@mail.ru**

Изучено влияние различных систем обработки почвы на содержание консервативного и лабильного органического вещества и продуктивность плодосменного севооборота в лесостепной зоне Западной Сибири. Объект исследования – лугово-черноземная почва, сельскохозяйственные культуры. Исследования проведены на основе длительного стационарного опыта в четырехпольном плодосменном севообороте с чередованием культур: 1 – рапс яровой; 2 – ячмень; 3 – соя; 4 – пшеница яровая. Изучали три системы обработки с различным уровнем механического воздействия на почву: отвальная (вспашка на глубину 20–22 см); комбинированная (чередование вспашки под сою и плоскорезной обработки на глубину 10-12 см под пшеницу) и плоскорезная. Установлено, что при комбинированной системе обработки почвы содержание гумуса увеличивается на 0,29 % в сравнении с исходным его количеством, запасы мортмассы в пахотном слое составляли 8,61 т/га, а продуктивность севооборота в среднем – 2,52 т/га з. е.

Ключевые слова: органическое вещество, система обработки почвы, севооборот, растительная биомасса, лугово-черноземная почва.

Для цитирования: Воронкова Н.А., Балабанова Н.Ф., Юшкевич Л.В. Содержание органического вещества в лугово-черноземной почве при различных системах обработки// Плодородие. – 2021. – №6. – С. 13-16.

DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.04.

Органическое вещество почвы является одним из важных условий стабильности агроэкосистем, так как оно формирует и поддерживает основные режимы, свойства и функции почвы, определяющие ее плодородие. Исследованиями авторов [9, 11, 14] по изучению гумусного режима почвы установлено, что интенсивное использование пашни, низкий уровень применения органических и минеральных удобрений, сокращение площадей возделывания многолетних бобовых трав приводят к уменьшению содержания органического вещества в почве, и прежде всего, динамичной, лабильной его фракции. Запасы лабильного органического вещества (ЛОВ) определяют эффективное плодородие

почвы, так как обладают повышенной способностью к трансформации. Определяя интенсивность минерализационных процессов при уменьшении или увеличении поступления в почву свежего органического вещества, ему принадлежит ключевая роль в обеспечении устойчивости запасов гумуса [17]. В старопахотных черноземных почвах содержание ЛОВ, по данным [5, 18], составляет не более 10% от запаса общего углерода. Основная приходящая статья в пополнении запасов ЛОВ в агроценозах – это биомасса, состоящая из наземных остатков, корней, корневых выделений культурных растений, сорной растительности и микробной биомассы [5, 18, 19].

В настоящее время экспериментальными исследованиями установлено, что для пахотных почв количество ЛОВ практически не зависит от генетического типа, а определяется условием интенсификации сельскохозяйственного производства и, прежде всего это вид севооборота, система применения удобрений, обработки почвы и другие элементы технологий [2, 8, 14].

В земледелии особое внимание уделяется механической подготовке почвы, обеспечивающей оптимальные условия роста и развития растений. Выбор приема обработки почвы зависит от используемого агрегата, почвенно-климатических условий, особенностей возделывания культуры и других критериев. По действию на почву и растение обработка почвы полифункциональна. Известно, что применение отвальной обработки почвы – энергозатратный прием, при этом активизируются процессы минерализации органического вещества, наблюдается ухудшение агрофизических свойств почвы [3]. Основным достоинством плоскорезной обработки являются защита почв от эрозии, возможность накопления и сбережения влагозапасов, сохранения гумуса, снижения затрат. Однако при этом наблюдаются дифференциация пахотного слоя по плодородию, ухудшение фитосанитарной обстановки и снижение качества заделки растительных остатков и удобрений [1].

В настоящее время приоритетное значение имеет оценка влияния не приема обработки почвы и растений, а система обработок в севообороте, основанных прежде всего на минимизации механического воздействия на почву путем уменьшения глубины и частоты обработок [16].

В Омском Прииртышье ежегодно около 3 млн га пашни обрабатывается в сложных климатических условиях (дефицит атмосферных осадков, сильные ветра, в сочетании с частыми атмосферными засухами). В связи с этим исследования по изучению эффективности ресурсосберегающих систем обработки в севообороте имеют актуальное значение.

Цель исследований – изучить влияние различных систем обработки на содержание органического вещества в лугово-черноземной почве.

Методика. Исследования проводили в 2018-2020 г. в длительном (1986 г. закладки) стационарном опыте на полигоне лаборатории ресурсосберегающих агротехнологий ФГБНУ «Омского АНЦ» в южной лесостепной зоне Западной Сибири.

Почва – лугово-черноземная среднесуглинистая. Обеспеченность 0-20 см слоя почвы подвижным фосфором и обменным калием (по Чирикову) повышенная и очень высокая – 105-128 и 350-420 мг/кг соответственно. Сумма обменных катионов – 32,1 ммоль/100 г почвы, pH 6,5-6,6.

Агрометеорологические условия в период исследований различные. За вегетационный период 2018 г. количество осадков составило 245 мм, превысив норму на 24%. Температура воздуха была ниже среднесезонной на 1°C при ГТК 1,31. В 2019 г. количество осадков выпало меньше нормы (94%) при ГТК ниже среднесезонного значения. Условия 2020 г. засушливые. Период вегетации (май-август) теплее среднесезонного значения на 1,8°C (18,5°C), количество осадков существенно меньше нормы (64%) при ГТК – 0,60.

Полевой опыт заложен на основе 4-польного плодосменного севооборота с чередованием культур: 1 –

рапс яровой (с 2020 г. – лен); 2 – ячмень; 3 – соя; 4 – пшеница яровая. Схема опыта приведена в таблице 1. Период действия изучаемых систем обработки почвы к началу наблюдений – 34 года.

1. Система обработки почвы в плодосменном севообороте

Система обработки	Рапс	Ячмень	Соя	Яровая пшеница
Отвальная	Вспашка*	Вспашка	Вспашка	Вспашка
Комбинированная	Без обработки***	Плоскорезная обработка**	Вспашка	Плоскорезная обработка
Плоскорезная	Без обработки	Плоскорезная обработка	Плоскорезная обработка	Плоскорезная обработка

* Вспашка на глубину 20–22 см. **Плоскорезная обработка на глубину 10-12 см. ***Без осенней и весенней обработок.

Обработку полей проводили ежегодно после уборки культур, согласно схеме опыта. Варианты заложены на фоне без применения минеральных удобрений и средств защиты растений. Закрытие влаги весной зубчатыми боронами ЗБСС-1,0 в два следа, за исключением варианта без обработки почвы. Посев проведен в оптимальные сроки комплексом «Быстрица» (С6-ПМ1) с анкерным сошником. В опыте высевали следующие сорта возделываемых культур: пшеница яровая – Омская 36, соя – Сибирячка, ячмень яровой – Саша (селекции ФГБНУ Омского АНЦ), рапс яровой – Юбилейный (с 2020 г. лен масличный – Северный селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК). Размещение вариантов систематическое, площадь делянки 308 м² (14 м x 22 м). Учет урожая проводили комбайном Сампо-130. Урожайность приведена к 14%-ной влажности и 100%-ной чистоте. Повторность в опыте – четырехкратная.

Почвенные пробы отбирали перед посевом культур севооборота. Определение общего углерода – по Тюрину в модификации Никитина [13], мортмассы – путем отмывки негумифицированного органического вещества водой на сите с диаметром ячеек 0,25 мм [5]. Определение биомассы растительных остатков произведено по урожаю основной продукции с использованием уравнений регрессии Ф.И. Левина [10]. Учет вегетирующих сорняков в посевах осуществляли количественно-весовым методом [12].

Статистическая обработка результатов исследований проведена методами дисперсионного и корреляционного анализов [6].

Результаты и их обсуждение. Исследованиями [3, 7, 15] установлено, что использование различных приемов обработки почвы сопровождается изменением состояния ее плодородия.

Содержание гумуса в почве – относительно консервативный показатель, поэтому анализ целесообразно проводить в сравнении с исходным его количеством. За длительный период (34 года) содержание гумуса в почве на фоне отвальной системы существенно не изменилось – 6,59% (табл. 2) Полагаем, что правильный подбор культур в севообороте (включение бобовой культуры), измельчение соломы при уборке и оставление ее на поле, соблюдение зональной агротехнологии позволили выйти на уравновешенный баланс гумуса в почве.

Обработка почвы по системе плоскорезной и комбинированной позволила увеличить содержание гумуса на 0,30 и 0,48% соответственно, подтверждая консервирующую роль ресурсосберегающих обработок почвы.

2. Влияние системы основной обработки почвы на содержание гумуса в почве, % (среднее за 2018-2020 г.)

Система обработки	Слой почвы, см		
	0-10	10-20	0-20
Отвальная	6,56	6,62	6,59
Комбинированная	6,93	6,85	6,89
Плоскорезная	7,09	7,04	7,07

НСР₀₅: система обработки почвы – 0,11; слой почвы – 0,09; частных средних – 0,15

Примечание. Исходное содержание гумуса в почве (слой 0-20 см) – 6,6 %.

Анализируя данные по содержанию гумуса послойно, отметим в варианте с отвальной системой обработки почвы положительную тенденцию (+0,06%) к увеличению содержания гумуса в слое 10-20 см по сравнению со слоем 0-10 см, что связано, очевидно, с механическим их перемешиванием. В вариантах комбинированной и плоскорезной обработок почвы, напротив, наблюдается тенденция к снижению. Содержание гумуса в слое 0-10 см в зависимости от глубины обработки почвы увеличилось на 0,37 и 0,53% в сравнении со вспашкой. При безотвальной обработке почвы растительные остатки аккумулируются в верхней части пахотного слоя, что и объясняет увеличение содержания гумуса в слое почвы 0-10 см. Положительное влияние ресурсосберегающих систем обработок на гумусный режим почвы сохранилось и в слое 10-20 см. Однако интенсивность прироста содержания гумуса уступала слою 0-10 см.

В целом, в слое 0-20 см, содержание гумуса при комбинированной и плоскорезной обработках увеличи-

лось на 0,30-0,48% в сравнении со вспашкой, что обусловлено снижением интенсивности и глубины обработки почвы и созданием благоприятных условий для гумификации растительных остатков.

В литературе достаточно данных [11, 17, 20], подтверждающих, что поступление органического вещества в почву в агроценозах обеспечивается в основном за счет корневых и пожнивных остатков, количество которых определяется продуктивностью культур севооборота. Установлено, что при отвальной обработке преобладает доля мелких корней, имеющих большую активную поверхность на единицу массы, чем крупные [15]. Проникая на глубину почвы более 50 см, где сосредоточено значительное количество влаги и нитратов, они улучшают водный и питательный режим культур, что способствует более высокому темпу накопления надземной фитомассы.

В исследованиях при сокращении интенсивности и глубины обработки почвы наблюдались увеличение засоренности посевов и ухудшение азотного режима почвы, что отрицательно сказывалось на урожайности сельскохозяйственных культур. Уменьшение продуктивности севооборота при комбинированной и плоскорезной системах обработки составило 0,26 и 0,55 т/га з.е. (10 и 25%) соответственно, в сравнении с отвальной (рис. 1).



Рис. 1. Влияние систем обработки почвы на продуктивность севооборота и количество растительной биомассы

Следует отметить, что снижение продуктивности культур севооборота уменьшило поступление в почву растительной биомассы, включающей в себя солому, поверхностные остатки и корни. Поступление органического вещества в почву с надземной биомассой культур было рассчитано по урожаю основной продукции с использованием уравнения регрессии Ф.И. Левина. Установлено снижение запасов биомассы растений на 11-15% в вариантах комбинированной и плоскорезной обработок. Однако, при расчете биомассы растений не учитывалось поступление остатков сорной растительности, являющееся еще одной статьей прихода органического материала. При этом вклад сорной растительности в общую биомассу в варианте отвальной обработки составил – 0,89 т/га, комбинированной – 0,79 и плоскорезной – 0,98 т/га.

Поступление биомассы растений в почву привело к пополнению запасов мортмассы – свежих и полуразложившихся растительных и животных остатков. При отвальной обработке почвы в слое 0-10 см отмечено более низкое содержание мортмассы в сравнении с нижележащим слоем 10-20 см. По-видимому, при обороте пласта основной объем мортмассы сосредоточился в нижнем слое (10-20 см) (табл. 3). В вариантах комбинированной и особенно плоскорезной систем обработок

пахотный горизонт дифференцировался послойно по содержанию мортмассы. В слое почвы 0-10 см установлено увеличение данного показателя на 0,55 т/га, или 14% при комбинированной обработке и на 2,36 т/га, или 83% при плоскорезной в сравнении со слоем почвы 10-20 см. Рост содержания лабильного органического вещества в верхнем горизонте обусловлен наибольшим накоплением растительных остатков на поверхности поля, снижением его минерализации из-за уменьшения интенсивности воздействия и ограничения доступности для почвенной биоты.

3. Влияние системы основной обработки почвы на содержание мортмассы в почве, т/га (среднее за 2018-2020 г.)

Система обработки	Слой почвы, см		
	0-10	10-20	0-20
Отвальная	3,92	4,77	8,69
Комбинированная	4,58	4,03	8,61
Плоскорезная	5,18	2,82	8,00

НСР₀₅: система обработки почвы – 0,11; слой почвы – 0,09; частных средних – 0,15

Запасы мортмассы в слое почвы 0-20 см, в среднем по севообороту, были наибольшими в варианте отвальной обработки – 8,69 т/га. На фонах ресурсосберегающих систем обработок отмечалась тенденция к снижению запасов мортмассы в почве на 0,08-0,69 т/га. Это

связано с уменьшением урожайности культур севооборота в данных вариантах и, соответственно, поступлением меньшего количества растительных остатков в

почву. Корреляционный анализ запасов мортмассы (Y) от запасов растительной биомассы (X) свидетельствует о тесной корреляционной зависимости ($r=0,93$) (рис. 2).

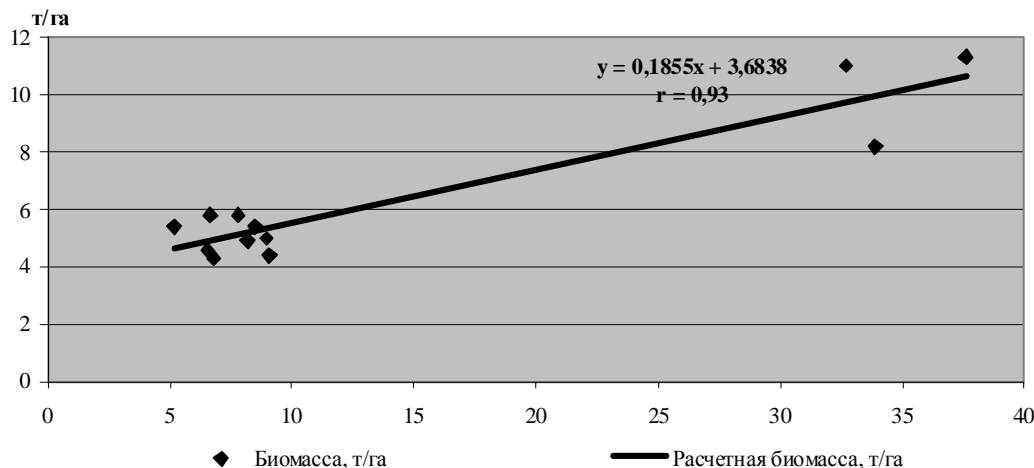


Рис. 2. Зависимость запасов мортмассы в почве (Y, т/га зерна) от биомассы (X, т/га)

Заключение. Исследованиями, проведенными на лугово-черноземной почве в южной лесостепной зоне Западной Сибири, установлено, что наиболее оптимальным вариантом системы обработки почвы в плодосменном севообороте являются комбинированная система, обеспечивающая прирост содержания консервативного и лабильного органического вещества в почве, и продуктивность севооборота на уровне 2,52 т/га з.е.

Литература

1. Антипина П.В. Влияние минимизации обработки почвы на поступление органического вещества и его минерализацию в лесостепи Западной Сибири. // Почвенные ресурсы Сибири: вызовы XXI века. Матер. Всерос. Конф. с междунар. участием. – 2017. – С. 161-165.
2. Балабанова Н.Ф., Воронкова Н.А., Дороненко В.Д., Волкова В.А., Цыганова Н.А. Содержание лабильного органического вещества в лугово-черноземной почве при длительном применении удобрений // Земледелие. – 2020. – № 2. – С. 7-9.
3. Беленков А.И., Сабо У., Кунафин Р.И. Теория и практика основной обработки почвы в современных системах земледелия // Владимирский земледелец. – 2017. – №1. – С. 8-11.
4. Белоусов А.А., Белоусова Е.Н. Динамика содержания органического вещества черноземов в условиях минимизации обработки в Красноярской лесостепи // Агрохимия. – 2020. – №3. – С. 24-30.
5. Ганжара Н.Ф., Борисов Б.А., Флоринский М.А. Легкоразлагаемое органическое вещество и эффективное плодородие почв // Земледелие. – 1995. – №1. – С. 10-12.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
7. Завалин А.А., Дриггер В.П., Белобородов В.П., Юдин С.А. Азот в черноземах при традиционной технологии обработки и прямом посеве // Почвоведение. – №12. – 2018. – С. 1506-1516.
8. Ганжара Н.Ф., Байбеков Р.Ф., Борисов Б.А., Надеждин, С.М. // Плодородие. – 2010. – №5. – С. 15-17.

9. Кирюшин В.И., Ганжара Н.Ф., Кауричев И.С., Орлов Д.С., Титлянова А.А., Фокин А.Д. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах. – М.: МСХА, 1993. – 96 с.
10. Левин Ф.И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции // Агрохимия. – 1977. – № 8. – С. 36-42.
11. Лыков А.М., Еськов А.И., Новиков М.Н. Органическое вещество пахотных почв Нечерноземья. – М.: РАСХН– ВНИПТИОУ, 2004. – 630 с.
12. Методика и техника учёта сорняков // Науч. труды НИИСХ Юго-Востока. – Саратов, 1969. – Вып. 26. – 196 с.
13. Никитин, Б.А. Метод определения гумуса почвы // Агрохимия. – 1999. – № 5. – С. 91-93.
14. Семенов В.М., Козут Б.М. Почвенное органическое вещество. – М.: ГЕОС, 2015. – 223 с.
15. Титлянова А.А., Тихомирова Н.А., Шахотина Н.Г. Продукционный процесс в агроценозах. – Новосибирск: Новосиб. с.-х. ин-т, 1982. – 184 с.
16. Чекусов М.С., Юшкевич Л.В., Бойко В.С., Еришов В.Л. Агроландшафтные особенности основной обработки почвы в Омской области // Вестник ОмГАУ. – 2019. – №4. – С. 88-95.
17. Шарков И.Н., Самохвалова Л.М., Шепелев А.Г. Изучение изменений содержания лабильного органического вещества в почве при использовании ее в различных севооборотах // Проблемы рационального использования малоплодородных земель: Матер. между. науч.-практ. конф. (г. Омск, 28-29 апреля 2009 г. РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИСХ – Омск, 2009. – С. 98 – 102.
18. Шарков И.Н., Данилова А.А. Влияние агротехнических приемов на изменение содержания гумуса в пахотных почвах // Агрохимия. – 2010. – №12. – С. 72-81.
19. Чупрова В. В. Запасы, состав и трансформация органического вещества в пахотных почвах Средней Сибири // Бюллетень почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2017. – № 90. – С. 96-115.
20. Virto, I., Barré, P., Burlot, A., Chenu, C. Carbon input differences as the main factor explaining the variability in soil organic C storage in no-tilled compared to inversion tilled agrosystems // Biogeochemistry. – 2012. – 108. 17-26.

THE CONTENT OF ORGANIC MATTER IN MEADOW-CHERNOZEM SOIL UNDER VARIOUS TREATMENT SYSTEMS

Voronkova N.A., Balabanova N.F., Yushkevich L.V.
Omsk Research Agricultural Centre, 644012, Omsk-12, ul. Koroleva street, 26
natascha.balabanowa@mail.ru

It was found out the influence of various soil treatment systems on the content of conservative and labile fecal organic matter and the fruitfulness of fruit-bearing crop rotation in the forest-steppe zone of Western Siberia. The object of research is meadow-chernozem soil, agricultural crops. The research was carried out on the basis of a long stationary experiment in a four – field fruit – bearing crop rotation with rotational farming: spring rapeseed – barley-soy-spring wheat. Three processing systems with different levels of physical impact on the soil were studied: dump (plowing to a depth of 20-22 cm), combined (alternating plowing for soybeans and flat-cut processing (to a depth of 10-12 cm) for wheat) and flat-cut. It was found that with the combined soil treatment system the humus content increases by 0.29 % compared to its initial amount, the mortmass stocks in the arable layer are at the level of 8.61 t/ha and the crop rotation fruitfulness is on average 2.52 t/ha of grain units.

Keywords: organic matter, tillage system, crop rotation, plant biomass, meadow-chernozem soil.