

## ДИНАМИКА ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ ПО СИСТЕМАМ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ

*Н.В. Перфильев, д.с.-х.н., О.А. Вьюшина,  
Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья –  
филиал Тюменского научного центра СО РАН,  
e-mail:vyushina63@mail.ru  
625501 Россия, Тюменский район, п. Московский, ул. Бурлаки, 2, Тюмень,  
Тел. 8(3452)764-344*

*Статья написана в соответствии с государственным заданием  
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FWRZ-2021-0015)*

*В стационарном опыте в 1988-2022 г. на опытном поле НИИСХ Северного Зауралья – филиале Тюменского научного центра СО РАН проведены исследования. Цель исследований – установить воздействие систем основной обработки в зернопаровом севообороте на изменение содержания гумуса в темно-серой лесной почве, урожайность зерновых. Наблюдения проведены по общепринятым методикам в течение 7-ротаций зернопарового севооборота: чистый пар, озимая рожь, яровая пшеница, яровая вика, яровой ячмень, развернутого во времени и пространстве. Установлено, что при воздействии различных систем основной обработки темно-серой лесной почвы в течении 35-летнего периода возделывания зерновых в севообороте наибольшее увеличение содержания гумуса в слое почвы 0-40 см отмечено по комбинированной системе обработки с чередованием через год вспашки с безотвальной обработкой на глубину 20-22 см. Содержание гумуса увеличивалось по отношению к исходному состоянию на 0,42%, или на 21,0 т/га, при среднегодовом увеличении 0,7 т/га. Системы обработки с элементами минимизации – дифференцированная и безотвальная – обеспечивали стабильность гумусового состояния, способствуя сохранению содержания гумуса в слое почвы 0-0,4 м на уровне исходного состояния.*

*Традиционная отвальная система обработки несколько снижала содержание гумуса – на 0,22% (на 0,37 т/га в год). Систематическое применение поверхностной системы обработки привело к самому значительному снижению содержания гумуса в 0-40 см слое почвы – на 0,8%, или на 1,33 т/га в год. Изменения в содержании гумуса по системам обработки не оказывали прямого воздействия на урожайность зерновых, которая в большей степени зависела от оптимизации агрофизических свойств почвы и фитосанитарного состояния посевов.*

*Ключевые слова: гумус, плодородие, севооборот, система основной обработки почвы, урожайность.*

Для цитирования: Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Динамика гумусного состояния темно-серой лесной почвы и урожайность зерновых по системам основной обработки// Плодородие. – 2025. – №5. – С. 58-62.  
DOI: 10.25680/S19948603.2025.146.11.

Одной из самых значительных и незаменимых другими элементами технологий при возделывании сельскохозяйственных культур функций механической обработки почвы, в особенности системы основной обработки, является возможность регулирования плотности сложения почвенных горизонтов. Особенности условий по утилизации органических удобрений, пожнивных остатков, размещения их в верхней или нижней части обрабатываемого слоя почвы обуславливаются применением различных систем обработки, приемов обработки. Тем самым они оказывают влияние на темпы и направленность процессов минерализации органического вещества, водно-физическое состояние почвы, воздействие на стабильные показатели потенциального плодородия: гумуса почвы, содержание поглощенных оснований, кислотность почвы [3, 18].

В свою очередь содержание гумуса влияет на состояние почвенной структуры, содержание элементов питания [14]. Есть данные исследований по влиянию традиционных технологий возделывания сельскохозяйственных культур, свидетельствующие об отрицательной динамике показателей плодородия, в особенности при длительном периоде использования пашни [9].

Тенденция к снижению содержания гумуса по этим технологиям объясняется авторами исследований отрицательным балансом поступления органического вещества и темпами его минерализации, преобразования в

гумусовые соединения. Известно, что направленность и скорость этих изменений в значительной степени зависят от приемов и систем обработки почвы, влияние которых обуславливается особенностями почвы и метеорологических условий регионов [7].

Данные исследований о положительном воздействии обработки почвы без оборота пласта на содержание гумуса мотивируются созданием условий для дернового почвообразования [4]. Рост, увеличение содержания гумуса при использовании ресурсосберегающих систем обработки аргументируется также созданием здесь условий для снижения минерализации поступающего в почву органического вещества и наоборот, снижение его содержания при использовании отвальной системы – увеличением скорости минерализации [5].

Положительная динамика гумусного состояния при использовании безотвального рыхления и уменьшения глубины обработки некоторые исследователи связывают с улучшением по этим обработкам водного и температурного режима, что способствует гумификации органического вещества [12].

Однако, есть данные, противоречащие этим исследованиям, в которых снижение содержания гумуса при уменьшении глубины и интенсивности обработки объясняются исследователями повышением скорости разложения органического вещества в верхнем горизонте

почвы, а также обеднением органическими остатками в нижних почвенных слоях [2].

Существуют также результаты исследований, свидетельствующие об устойчивости содержания гумуса при возделывании зерновых по традиционным технологиям. При этом выявленные изменения в содержании гумуса по различным обработкам объясняется неоднородностью плодородия исследуемых полей [6].

Проблема изучения закономерностей изменения содержания гумуса в Северном Зауралье при длительном применении систем основной обработки темно-серой лесной почвы исследована недостаточно и имеет большую актуальность.

**Цель наших исследований** – установить воздействие систем основной обработки в зернопаровом севообороте на изменение содержания гумуса в темно-серой лесной почве, урожайность зерновых.

**Методика.** Эксперименты выполнены в многолетнем стационарном полевом опыте по изучению систем основной обработки в НИИСХ СЗ – филиале ТюмНЦ СО РАН. Системы основной обработки изучали при возделывании сельскохозяйственных культур в зернопаровом севообороте: 1 – чистый пар; 2 – озимая рожь; 3 – яровая пшеница; 4 – яровая пшеница; 5 – яровой ячмень в течение 1988-2022 г.

Варианты систем обработки почвы: отвальная – ежегодно под все культуры вспашка оборотным плугом Lemken на 20-22 см; безотвальная – ежегодно обработка плугом со стойками СибИМЭ на 20-22 см; комбинированная – чередование вспашки и безотвального рыхления на 20-22 см; дифференцированная – в пару и после озимой ржи плоскорезная обработка Смарагд на 12-14 см, вспашка Lemken на 20-22 см под повторную яровую пшеницу, под ячмень и после него дискование БДТ-2,5 на 10-12 см; комбинированно-минимальная: чередование вспашки на 20-22 см и дискования БДТ-2,5 на 10-12 см; чередование рыхления стойками СибИМЭ на 20-22 см и дискования БДТ-2,5 на 10-12 см; чередование вспашки на 20-22 см и рыхления Смарагд на 12-14 см; плоскорезная –

ежегодная обработка Смарагд на 12-14 см; поверхностная – ежегодная обработка БДТ-2,5 на 10-12 см.

Почва темно-серая лесная тяжелосуглинистая. Глубина гумусного горизонта 25-27 см, содержание гумуса на период закладки опыта в слое 0-20 см – 2,32-3,90 %,  $pH_{\text{кол.}}$  – 6,0-6,4. Сумма поглощенных оснований в пахотном слое 18,6-25,6 мг-экв/100 г почвы. Площадь делянок под опытом 346-378 м<sup>2</sup>, учетная 100 м<sup>2</sup>. Опыт заложен в 3-кратной повторности. Весной на всех фонах основной обработки проводили общепринятую предпосевную обработку культиватором Смарагд и посев зерновой сеялкой СЗП-3,6 с последующим прикатыванием. Удобрения вносили перед посевом из расчета  $N_{40}P_{40}K_{40}$  на 1 га севооборотной площади. Обработка гербицидами общим фоном.

В исследованиях отбор почвенных проб проводили на закрепленных точках на глубину 0,4 м, в слоях почвы 0-10, 10-20 и 20-40 см, в 6-кратной повторности. Пробы почвы, взятые в 1988 г., характеризовали исходное состояние, в 2022 г. состояние по прохождении 7-ротаций севооборота. Подготовка почвенных образцов для анализа и определение содержания гумуса выполнены по методике [1], статистическая обработка – методом дисперсионного анализа с использованием специализированных компьютерных программ [8, 17].

В годы исследований, метеорологические условия периодов вегетации по гидротермическим характеристикам распределялись следующим образом: близкие к среднегодовым – 48%, засушливые – 29, влажные, с недостатком тепла – 23%.

**Результаты и их обсуждение.** В наших исследованиях исходное содержание гумуса по изучаемым вариантам опыта в пахотном слое опытного участка составляло 2,32-3,27% (рис.). Эти значения по классификации видов почв по содержанию гумуса соответствуют малогумусированным (1,5-3,0%) и нижней градации среднегумусированных (3,0-5,0%) почв [10]. В соответствии с классификацией [13] содержание гумуса было на низком уровне (2-4%).

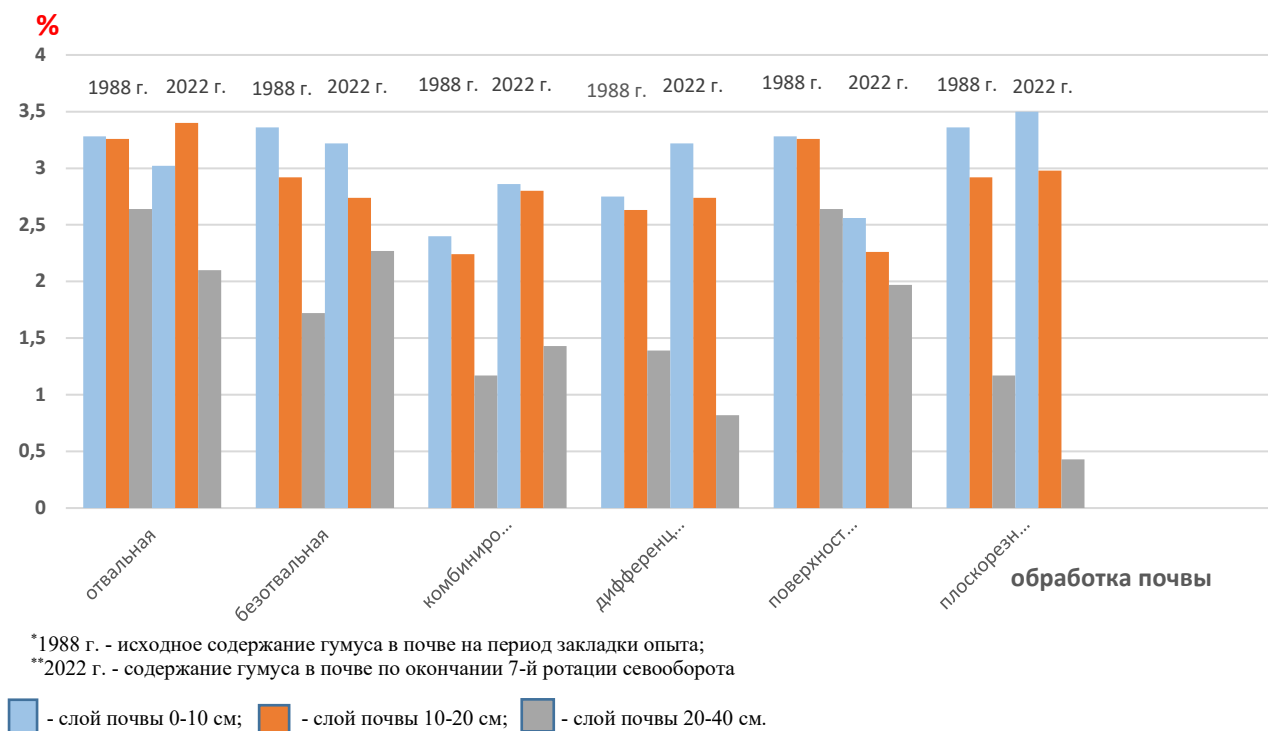


Рис. Влияние систем основной обработки на изменение содержания гумуса

За исследуемый 35-летний период, за который прошло 7 ротаций севооборота состояние почвы опытного участка по содержанию гумуса проявило в основном стабильность, оставаясь на близком к исходному уровню. Так, содержание гумуса к заключительному периоду исследований в пахотном слое составляло 2,41-3,24%, т.е. также продолжало соответствовать низкому уровню гумусированности.

Установить и оценить изменение содержания гумуса между изучаемыми вариантами обработки в абсолютных значениях в условиях пространственной удаленности делянок, естественной пестроты почвенного плодородия, отличий исходного содержания гумуса в почве, не возможно объективно. Учитывая это, влияние систем обработки на изменение содержания гумуса в исследовании оценивали, сравнивая интенсивность изменения его содержания в конце заключительного этапа эксперимента по отношению к исходному состоянию в отдельности в каждом исследуемом варианте обработки.

По полученным данным лучший положительный результат в отношении сохранения почвенного плодородия получен по комбинированной системе основной обработки с чередованием по годам отвальной и безотвальной обработки на глубину 20-22 см. Так, в результате применения данной системы обработки в течение 7-ротаций севооборота, содержание гумуса в слое 0-20 см увеличивалось по сравнению с исходным состоянием на 0,51%, или на 12,24 т/га, в слое почвы 0-40 см на 0,42%, или на 21,0 т/га, при среднегодовом увеличении 0,014%, или на 0,7 т/га. Это объясняется тем, что при комбинированной системе обработки, благодаря периодической (через один год) запашке органических пожнивных и корневых остатков, а также гумифицированных соединений из верхнего слоя почвы в нижние горизонты более стабильно обеспеченные влагой, в последующий год в анаэробных условиях снижается активность разложения этих органических остатков, и наоборот, создаются условия для их гумификации [16].

Содержание гумуса при отвальной системе обработки за аналогичный 35-летний период при некоторых колебаниях по ротациям севооборота оставалось довольно стабильным. Так, в пахотном 0-20 см слое снижение содержания гумуса к завершению 7-й ротации севооборота составило 0,06% (1,44 т/га). В слое почвы 0-40 см содержание гумуса снизилось в сравнении с исходным на 0,22%, или на 11,0 т/га, при снижении содержания в среднем за год на 0,007%, или на 0,36 т/га.

Отмеченное изменение содержания гумуса произошло из-за снижения содержания гумуса в слое почвы 0-10 см на 0,26%, в слое почвы 20-40 см на 0,54%, при том, что в слое почвы 10-20 см отмечалось увеличение содержания гумуса на 0,14%.

При возделывании зерновых с применением безотвальной и дифференцированной систем основной обработки в течении этого же периода наблюдений состояние гумуса практически не изменилось. Так, при дифференцированной системе обработки отмечено увеличение содержания гумуса в 0-10 см слое почвы на 0,47%, и снижение на 0,11-0,57% в слоях 10-20 и 20-40 см, при этом в объединенном слое 0-40 см содержание оставалось равным исходному – 2,26%. По безотвальной системе обработки увеличение содержания гумуса в слое 0-40 см составило 0,07%, или 3,50 т/га, при среднегодовом увеличении – 0,12 т/га. При плоскорезной системе обработки – ежегодное рыхление на глубину 12-14 см

проводилось без оборачивания верхнего слоя почвы. Поэтому растительные остатки накапливались в верхнем слое почвы, в результате чего за годы исследований гумусовое состояние 0-20 см слоя почвы оставалось практически неизменным в сравнении с исходным содержанием, с некоторым увеличением (0,10%) по отношению к нему.

В то же время, здесь произошло обеднение органическим веществом 20-40 см слоя почвы, вследствие чего содержание гумуса снизилось в нем на 1,29% по отношению к исходному содержанию в этом слое. В целом в слое почвы 0-40 см снижение содержания гумуса по плоскорезной системе обработки за весь период наблюдений составило 0,37%, или 18,5 т/га. Среднегодовое снижение при этом было 0,012%, или 0,62 т/га.

По полученным данным, из всех изучаемых систем обработки, более значительные потери гумуса отмечены в варианте поверхностной системы обработки с ежегодным дискованием БДТ-2,5 на глубину 10-12 см. Снижение содержания гумуса в 0-40 см слое почвы к заключительному этапу исследований составило 0,80%, или 40 т/га по отношению к исходному. Среднее ежегодное снижение при этом составило 0,027%, или 1,33 т/га. Снижение содержания гумуса в верхнем 0-10 см слое на 0,72% объясняется повышенной минерализацией сконцентрированных в поверхностном слое почвы органических растительных и корневых остатков. Уменьшение его содержания в нижних слоях – 10-20 см на 1,00%, в слое 20-40 см на 0,67%, объясняется отсутствием значительного поступления в них органических остатков и расходом имеющихся в них запасов гумуса для питания растений.

Данные учета урожайности возделываемых в севообороте зерновых культур показали, что урожайность озимой ржи по дифференцированной и плоскорезной системам обработки составила, соответственно, 4,30 и 4,15 т/га зерна, не уступала контрольному варианту отвальной системы обработки – 4,10 т/га.

Превышение урожайности в сравнении с контролем по этим вариантам 0,05-0,20 т/га было не существенным. По системам обработки: безотвальная, комбинированная, поверхностная урожайность озимой ржи снижалась в сравнении с отвальной системой на 0,59-0,89 т/га. Урожайность яровой пшеницы по озимой ржи и пшеницы по пшенице по изучаемым системам обработки была практически равной.

Существенное снижение урожайности пшеницы по озимой ржи отмечено только по поверхностной системе обработки, по которой урожайность зерна была ниже, чем на контроле на 0,38 т/га, и повторной пшеницы по дифференцированной системе обработки, по которой отмечено снижение урожайности в сравнении с отвальной системой обработки на 0,35 т/га зерна.

С удалением зерновой культуры от парового поля и от озимой ржи, как предшественников, применение систем обработки почвы с элементами минимизации приводило к существенному снижению урожайности зерна. Так, урожайность зерна ярового ячменя – 4-й зерновой культуры после пара – по ресурсосберегающим системам обработки была ниже, чем по отвальной системе обработки на 0,61-1,19 т/га. Самые близкие к контрольному варианту показатели урожайности ячменя были по комбинированной системе обработки, по которой снижение урожайности зерна составляло 0,23 т/га.

В итоге по вариантам систем основной обработки почвы в среднем за заключительную ротацию севооборота на исследуемом поле (2018-2022 г.) получена урожайность зерновых 3,20-3,74 т/га. Самая высокая урожайность 3,74 т/га зерна отмечена по отвальной системе обработки (контроль), большинство вариантов уступало контрольному варианту на 0,18-0,26 т/га. Самая низкая урожайность получена при безотвальной системе обработки – 3,20 т/га, что на 0,54 т/га ниже, чем по отвальной системе обработки (табл.).

Урожайность зерна (в среднем за 2018-2022 г.), т/га

Система основной обработки почвы	Культуры севооборота				Средняя урожайность, т/га
	озимая рожь	яровая пшеница	яровая пшеница	яровой ячмень	
Отвальная	4,10	3,18	3,09	4,60	3,74
Безотвальная	3,21	3,05	3,14	3,41	3,20
Комбинированная	3,51	3,24	3,00	4,37	3,53
Дифференцированная	4,30	3,35	2,74	3,85	3,56
Поверхностная	3,37	3,56	3,02	3,99	3,48
Плоскорезная	4,15	3,02	3,09	3,93	3,55
НСР <sub>05</sub>	0,3	0,35	0,31	0,47	0,24

Это свидетельствует о том, что установленные изменения в содержании гумуса, с преимущественно положительной динамикой по комбинированной системе обработки и стабилизацией его содержания по большинству изучаемых вариантов кроме варианта с ежегодным дискованием, в период исследований не оказывали прямого влияния на урожайность зерна.

Более высокая продуктивность отвальной системы обработки объясняется созданием здесь лучших агрофизических параметров структуры почвы, ее сложения, влагообеспеченности, фитосанитарного состояния и питательного режима [15]. Наиболее близкие в этом плане к контрольному варианту были дифференцированная, комбинированная, поверхностная системы обработки, поэтому эти варианты по урожайности были на одном уровне, уступая контрольному варианту 0,18-0,21 т/га.

Самая низкая продуктивность (3,20 т/га) зерна в варианте безотвальной системы обработки объясняется увеличением здесь засоренности и плотности почвы.

**Выводы.** 1. При воздействии различных систем основной обработки темно-серой лесной почвы в течении 35-летнего периода возделывания зерновых в севообороте наибольшее увеличение содержания гумуса и его запасов в слое почвы 0-40 см отмечено по комбинированной системе обработки с применением через год вспашки и безотвальной обработки на глубину 20-22 см. Содержание гумуса увеличивалось по отношению к исходному состоянию на 0,42%, или на 21,0 т/га при среднегодовом росте 0,7 т/га.

2. Системы обработки с элементами минимизации дифференцированная и безотвальная обеспечивали стабильность гумусового состояния, способствуя сохранению содержания гумуса в слое почвы 0-0,4 м на уровне исходного уровня.

Традиционная отвальная система обработки несколько снижала содержание гумуса – на 0,22% (на 0,37 т/га в год).

3. Систематическое применение поверхностной системы обработки привело к самому значительному снижению содержания гумуса в 0-0,4 м слое почвы – на 0,8%, или на 1,33 т/га в год.

4. Изменения в содержании гумуса по системам обработки не оказывали прямого воздействия на урожайность зерновых, которая в большей степени зависела от оптимизации агрофизических свойств почвы, фитосанитарного состояния посевов, питательного режима.

#### Литература

1. Арунишклина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1961. – 486 с.
2. Ахтямова А.А. Роль запахиваемой соломы в стабилизации гумусового состояния пахотных чернозёмов // Известия Оренбургского Государственного аграрного университета. – 2018. – №3(71). – С. 23-24. ISSN: 2073-0853
3. Балабанова Н.Ф., Воронкова Н.А., Юшкевич Л.В. Влияние способов обработки лугово-черноземной почвы на содержание органического вещества и ее структурное состояние // Агрохимия. – 2023. – №10. – С. 3-8. doi: 10.31857/S0002188123100034
4. Власенко А.Н., Кудашкин П.И., Власенко Н.Г. Влияние ресурсосберегающих технологий на содержание гумуса в черноземе, выщелоченном северной лесостепи Западной Сибири. // Земледелие. – 2020. – № 5. – С. 3-6. DOI:10.24411/0044-3913-2020-10501
5. Воронкова Н.А., Балабанова Н.Ф., Юшкевич Л.В. Содержание органического вещества в лугово-черноземной почве при различных системах обработки // Плодородие. 2021. № 6 (123). С. 13-16. DOI: 10.25680/S19948603.2021.123.04
6. Глухих М.А., Колганова А.А. Динамика плодородия почв Зауралья // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 12. (212). – С. 4-6.
7. Гумбаров А.Д., Долобешкин Е.В., Бандурин М.А., Пасниченко П.Г. Изменения запасов гумуса от состава и структуры пашни // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 12 (112). С. 1632-1640. DOI: 10.35679/1991-9476-2020-15-12-1632-1640
8. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
9. Дубовик Е.В., Дубовик Д.В. Изменение гумусного состояния чернозема типичного при различных способах обработки почвы // Аграрная наука. – 2024. – №1. – С. 92-96. DOI: 10.32634/0869-8155-2024-378-1-92-96
10. Козут Б.М. Оценка содержания гумуса в пахотных почвах России // Почвоведение. – 2012. – №9. – С.944-952.
11. Куликова А.Х., Яшин Е.А., Черкасов Е.А., Волкова Е.С. Роль органических удобрений (соломы, сидератов, пожнивно-корневых остатков) в воспроизводстве и сохранении гумуса в почве // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. №4(60). С. 53-58. DOI: 10.18286/1816-4501-2022-4-53-58
12. Митрофанов Ю.И. Действие приемов и систем основной обработки на динамику гумуса в осушаемой почве // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2024. №6. С. 66-72. DOI: 10.31857/S2500208224060155
13. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов // Почвоведение. – 2004. – №8. – С.918-926.
14. Осипов А.В., Поздеев И.А. Влияние гумуса на продуктивность растений // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 86-2. С. 131-135. DOI: 10.18411/trnio-06-2022-84
15. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А. Влияние систем обработки на агрофизические параметры темно-серой лесной почвы в Северном Зауралье // Земледелие. – 2023. – № 1. – С. 27-31. DOI: 10.24412/0044-3913-2023-1-27-31
16. Сдобников С.С. Расширенное воспроизводство плодородия почв. Сел. хозяйство. – М.: Знание, 1989. – 63 с.
17. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.
18. Jumana Al-Mallahi, Ragheb Tahhan, Sa'eb Khresat. Quality of fresh plant residue affects sequestration of residue derived organic material by humic acid // Eurasian Journal of Soil Science, Vol 9 (3) 222-230 (2020) DOI:10.18393/ejss.728435

*N. V. Perfilyev, O. A. Vyushina,*

***Scientific Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural Region – Branch of Federal State Institutions Federal Research Centre Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences.  
2, Burlaki street, Moskovskiy, Tyumen district, Tyumen region, 625501,  
e-mail: vyushina63@mail.ru***

*In the stationary experiment in the period 1988-2022 on the experimental field of the Scientific Research Institute of Agriculture for Northern Trans-Ural Region – Branch of Federal State Institutions Federal Research Centre Tyumen Scientific Centre of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences were conducted researches, the purpose of which was to establish the impact of the systems of basic tillage in grain and fallow crop rotation on the change of humus content in dark gray forest soil, grain yields. Observations were carried out according to generally accepted methods during 7 rotations of grain and fallow crop rotation: clean fallow, winter rye, spring wheat, spring vetch, spring barley, deployed in time and space. It has been established that under the influence of different systems of basic tillage of dark gray forest soil during the 35-year period of cereals cultivation in the crop rotation the greatest increase of humus content in the soil layer 0-40 cm was observed in the combined tillage system with alternation of plowing with no-tillage at the depth of 20-22 cm in a year. Humus content increased in relation to the initial state by 0.42% or by 21.0 t/ha, with an average annual increase of 0.7 t/ha. Cultivation systems with minimization elements differentiated and no-tillage provided stability of humus state, contributing to the preservation of humus content in the soil layer 0-0.4 m at the level of initial state. The conventional moldboard tillage system slightly reduced humus content by – 0.22% (0.37 t/ha/year). Systematic application of surface tillage system led to the most significant reduction of humus content in 0-0.4 m soil layer – by 0,8% or 1.33 t/ha per year. Changes in humus content by tillage systems did not have a direct impact on grain yield, which depended more on optimization of agrophysical properties of soil, phytosanitary condition of crops.*

*Keywords: humus, fertility, crop rotation, system of basic tillage, yield.*