

Таким образом, длительное интенсивное использование почв требует постоянного внимания к указанным негативным явлениям. Для этого необходимы внесение экологически допустимых повышенных доз минеральных и органических удобрений, скорректированное на основе периодического исследования динамики содержания и запасов углерода и азота по слоям почвенного профиля до 1 м, а также включение в севообороты обогащенных протеином травосмесей и (или) запашка зеленых удобрений.

#### Литература

1. Билтуев А., Будажапов Л.В., Лапунин Т.П. Динамика изменения гумуса в каштановых почвах Западного Забайкалья при длительном применении удобрений. // Плодородие. – 2017. – № 3. – С.8-10.

2. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв. – М.: МГУ, 1986. – 315 с.

3. Добровольский В.В., Урусевская И.С. География почв. – М.: МГУ, 2004. – 460 с.

4. Сычев В.Г., Шевцова Л.К. Беличенко М.В., Рухович О.В., Иванова О.И. Влияние длительного применения различных систем удобрения на органофиль основных зональных типов почв. Сообщение 1. Дерново-подзолистые почвы. // Плодородие. – 2019. – № 2. – С.3-7.

5. Сычев В.Г., Шевцова Л.К. Беличенко М.В., Рухович О.В., Иванова О.И. Влияние длительного применения различных систем удобрения на органофиль основных зональных типов почв. Сообщение 2. Серые лесные и черноземные почвы // Плодородие. – 2019. – №3. – С. 10 – 14.

6. Сычев В.Г., Шевцова Л.К., Мерзлая Г.Е. Исследование динамики и баланса гумуса при длительном применении систем удобрения на основных типах почв // Агрохимия. – 2018. – №2. – С.3-21.

### EFFECT OF LONG-TERM USE OF VARIOUS FERTILIZER SYSTEMS ON ORGANOPROFILE OF MAIN ZONAL SOIL TYPES REPORT 3. SIEROZEM AND CHESTNUT SOILS

V.G. Sychoy, L.K. Shevtsova, M.V. Belichenko, O.V. Rukhovich, O.I. Ivanova

Pryanishnikov Institute of Agrochemistry, Pryanishnikova ul. 31A, 127434 Moscow, Russia, e-mail: mvbelichenko@gmail.com, o\_ruhovich@mail.ru

*Studies carried out in long-term experiments on chestnut and sierozem soils allowed to determine and evaluate the effect of organic fertilizer systems and their combinations on key fertility indicators and the soil cultivation level: the content and stocks of humus and total nitrogen, C:N ratio and distribution of indicators values over twenty centimeter layers of the meter soil profile. It was established that when using both organic and mineral fertilizers the content of humus and nitrogen along the profile increased slightly, but remained low, with C:N ratio narrowed with depth. This indicates that the root zone is depleted of nitrogen by increasing its consumption by plant roots during their dense accumulation in the upper parts of the profile, as well as the possible migration of nitrogen and pollution of the adjacent environment during periods of deep soil wetting. To correct these negative phenomena with prolonged intensive use of the soil it is necessary to periodically investigate the dynamics of carbon and nitrogen content and their reserves in the soil profile layers up to 1 m and apply measures to improve fertilizer systems based on increased doses of mineral and organic fertilizers, plowing green fertilizers, inclusion of grass mixtures enriched with protein in crop rotations.*

*Keywords: sierozem, chestnut soil, long-term experiments, fertilizer systems, layer-by-layer distribution, organic carbon and nitrogen ratio.*

УДК 631.4:630\*114.354

### ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ СЕЗОННО-ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ПОЧВ КАМЕННОЙ СТЕПИ

В.И. Турусов, ак. РАН, Ю.И. Чевердин, д.б.н., Т.В. Титова, к.б.н., В.А. Беспалов, к.б.н.,

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева (ФГБНУ «НИИСХ ЦЧП»)

Россия, 397463, Воронежская область, Таловский район, пос. 2-го участка

Института им. В.В. Докучаева, квартал 5, д. 81,

e-mail: niish1c@mail.ru, cheverdin62@mail.ru, tvtit@mail.ru, vabespalov@bk.ru

*Дано описание гумусного состояния сезонно-переувлажненных почв Каменной Степи. Выявлено, что усиление гидроморфизма сопровождалось изменением характера аккумуляции гумуса по почвенному профилю, состава гумуса, уменьшением содержания негидролизующего остатка, увеличением содержания углерода подвижных гуминовых кислот в верхнем слое и уменьшением – в нижнем, усилением степени гумификации органического вещества от лугово-черноземных к черноземно-луговым почвам. С нарастанием гидроморфизма запасы гумуса увеличивались во всей метровой толще почв сезонно-переувлажненного комплекса.*

*Ключевые слова: лугово-черноземные, черноземно-луговые почвы; гумусное состояние почв, сезонно-переувлажненные почвы, Каменная Степь.*

DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.11

В настоящее время актуальна проблема ограниченности почвенных ресурсов, прежде всего, плодородных почв, необратимого уменьшения площадей сельскохозяйственных угодий. Интенсивное антропогенное воздействие на почву возрастает, что приводит к резкому снижению качества пахотных почв. Особую значимость

эта проблема приобретает сейчас в связи с изменившимися экологическими условиями.

Со второй половины прошлого века во многих регионах степной части России начали отмечать такие негативные процессы в сформировавшихся агроландшафтах, как существенное изменение увлажненности территории и увеличение площадей гидроморфных почв.

Изменение структуры почвенного покрова, вызванное резким подъемом грунтовых вод и усилением признаков гидроморфизма, требует решения целого ряда задач, связанных с современным состоянием черноземов и возможными негативными процессами, обусловленными трансформацией степных почв из автоморфного ряда в гидроморфные. Прямое и косвенное влияние повышенного стояния грунтовых вод на условия функционирования степных ландшафтов значительно и разнообразно. Поэтому вопросы их изучения всегда остаются наиболее важными и сложными в современном почвоведении (Титова, 2013).

Деградация физических свойств и режимов является одним из основных видов потери качества почв. Среди причин деграционных изменений черноземов центральной части Русской равнины особое значение приобретает и гидрологический фактор как по последствиям, так и по масштабам распространения.

На территории Каменной Степи отмечается расширение площадей, занятых сезонно-переувлажненными почвами, связанное с повышением уровня грунтовых вод. Наличие таких почв затрудняет использование их в качестве пашни.

Гидроморфизм почв Каменной Степи является результатом воздействия антропогенного и природного факторов. Природный фактор связан в основном с увеличением атмосферных осадков, а также с такими региональными особенностями как рельеф, литология почвогрунтов. Антропогенный фактор включает как непосредственные мероприятия по накоплению и перераспределению влаги (различные влагообеспечивающие, противоэрозионные приемы, посадки лесополос, орошение, строительство прудов и водохранилищ), так и опосредованные (улучшение фильтрационных свойств мелиорированных солонцовых почв, нарушение почвогрунтовых потоков строительством дорог, ухудшение дренированности территории за счет сокращения количества колодцев и др.).

Наиболее характерным и устойчивым признаком гумуса черноземов является его групповой состав. Черноземные почвы имеют преимущественно фульватно-гуматный и гуматный состав гумуса. По обобщенным данным, в верхних горизонтах черноземов отношение  $C_{ГК} : C_{Фк}$  колеблется от 1,3 до 2,5. Проявление гидроморфизма затрагивает также качественные показатели содержания гумуса. В составе гумуса уменьшается сумма гуминовых кислот и увеличивается сумма фульвокислот, снижается доля негидролизующего остатка. В результате тип гумуса трансформируется от фульватно-гуматного, свойственного черноземам, в гуматно-фульватный и фульватный на глубине уже 20-40 см. В составе гуминовых кислот возрастает доля фракции ГК-1 и ФК-1, ГК-3 и полимерно-связанных с ней ФК-3 (Титова, 2013).

В этой связи изучение гумусного состояния сезонно переувлажненных почв приобретает большое значение, а результаты исследований могут быть использованы при разработке систем земледелия, направленных на повышение почвенного плодородия и получение высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Объектами исследований были почвы Каменной Степи различной степени гидроморфизма, включающие комплекс переувлажненных почв западнее лесополосы № 131. Почвы расположены на приводораздельной верхней части склона к балке Таловая: 1) лугово-черноземная почва на выпуклой части склона, не затоп-

ливаемой поверхностными водами весной (по классификации 1977 г. – это лугово-черноземная среднесиловатая среднесиловатая легкоглинистая почва на лессовидных глинах, подстилаемых коричневатобурными плотными покровными глинами; по классификации 2004 г. – агрочернозем гидрометаморфизованный); 2) черноземно-луговая солончаковатая слабозасоленная почва в ложбинообразном понижении на вогнутой части склона, подвергающаяся длительному сезонному затоплению (по классификации 1977 г. – это черноземно-луговая среднесиловатая среднесиловатая солончаковатая слабозасоленная легкоглинистая пахотная почва на лессовидных глинах, подстилаемых коричневатобурными плотными покровными глинами; по классификации 2004 г. – гумусово-гидрометаморфическая засоленная почва).

**Методика.** Исследования проведены в НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева в 2018-2019 гг. Использовали следующие методики: гумус – по методу И.В. Тюрина в модификации В.Н. Симакова (ГОСТ 26213-91); качественный состав гумуса по В.В. Пономарёвой и Т.А. Плотниковой; количество углерода фульвокислот  $C_{Фк}$  (органических веществ, остающихся в кислом растворе при осаждении из вытяжки гуминовых кислот) находили по разности между общим содержанием углерода подвижного гумуса ( $C_{орг.}$ ) и количеством его в гуминовых кислотах ( $C_{ГК}$ ); углерод негидролизующего остатка ( $C_{негид.ост.}$ ) вычисляли по разности между валовым углеродом ( $C_{общ.}$ ) и общим подвижным ( $C_{орг.}$ ); подвижные гуминовые кислоты ( $C_{подв.ГК}$ ) определяли обработкой почвы 0,1н. NaOH без предварительного декальцирования по методу Н.А. Панковой [2].

**Результаты и их обсуждение.** Гумусное состояние сезонно-переувлажненных почв Каменной Степи изучали в наших исследованиях и ранее [4]. Локальное переувлажнение является важным фактором, влияющим на характер гумификации органического вещества, а также на состав и накопление гумуса.

При переходе от полугидроморфной лугово-черноземной почвы к гидроморфной черноземно-луговой содержание гумуса падает с глубиной быстрее (табл. 1).

**1. Содержание и состав гумуса почв Каменной Степи различной степени гидроморфизма (2019 г.)**

Вариант опыта	Глубина, см	Гумус валовой, %	$C_{ГК}/C_{Фк}$	$C_{негид.ост.}$ , %	$C_{подв.ГК}$ , %	Степень гумификации органического в-ва, % от $C_{общ.}$
1	0-10	7,95	3,2	2,75	0,11	30,7
	20-30	7,04	4,0	2,29	0,10	37,8
	40-50	6,50	4,4	2,03	0,07	37,6
	60-70	1,56	1,4	0,12	0,01	56,7
	90-100	1,45	1,3	0,40	0,01	29,9
2	0-10	7,58	2,8	2,31	0,12	34,9
	20-30	7,59	4,1	2,10	0,16	42,2
	40-50	5,93	4,4	1,71	0,08	41,1
3	0-10	7,85	4,7	2,41	0,20	38,8
	20-30	4,02	2,6	0,19	0,08	78,3
	40-50	2,82	5,7	0,38	0,01	65,2

**Примечание.** Варианты опыта: 1 – лугово-черноземная почва на равнинном повышении (агрочернозем гидрометаморфизованный); 2 – черноземно-луговая солончаковатая почва на равнинном понижении; 3 – черноземно-луговая солончаковатая почва в ложбинообразном понижении (2 и 3 – гумусово-гидрометаморфические засоленные почвы).

Таким образом, усиление степени гидроморфности сопровождается изменением характера аккумуляции гумуса по почвенному профилю.

Увеличение проявления гидроморфизма сопровождается изменением состава гумуса – отношение  $C_{TK}:C_{ФК}$  возрастает.

При нарастании гидроморфизма наблюдается усиление степени гумификации органического вещества. В рассматриваемом ряду почв степень гумификации в среднем меняется от 35,4 до 58,6%, что показывает увеличение в составе гумуса содержания гуминовых кислот. Таким образом, дополнительное поверхностное и грунтовое увлажнение усиливает процесс гумификации от лугово-черноземных к черноземно-луговым почвам. В почвах пашен прослеживается тенденция к уменьшению запаса гумуса с нарастанием гидроморфизма.

Это связано с тем, что с нарастанием степени гидроморфизма содержание гумуса падает с глубиной быстрее. Особенности водного режима приводят к аккумуляции грубых растительных остатков в верхних горизонтах почвы, в которых формируются основные запасы гумуса. В связи с этим, гидроморфные почвы имеют укороченный гумусовый профиль.

В почвах сезонно-переувлажненного комплекса западнее л. п. № 131 с нарастанием степени гидроморфизма в 0-10 см слое происходит увеличение запасов гумуса (табл. 2).

**2. Запасы гумуса почв Каменной Степи различной степени гидроморфизма, т/га (2018-2019 гг.)**

Глубина, см	Лугово-черноземная почва на равнинном повышении	Черноземно-луговая солончакватая слабозасоленная почва на равнинном понижении	Черноземно-луговая солончакватая слабозасоленная почва в ложбинообразном понижении
0-10	74	81	88
0-20	148	162	177
0-30	221	240	225
0-50	362	388	314
0-100	478	528	554

В полуметровом слое запас гумуса в 1,2 раза меньше в черноземно-луговой почве ложбины, чем в лугово-черноземной почве повышения.

В метровом слое с нарастанием степени гидроморфизма происходит увеличение запаса гумуса. В лугово-черноземной почве повышение запаса гумуса можно охарактеризовать по шкале «Оценки дополнительных показателей гумусного состояния почв и их генетических горизонтов» [1], как высокое. Аналогично харак-

теризуются запасы гумуса в черноземно-луговых почвах понижения и ложбины.

Потенциал плодородия сезонно-переувлажненных почв может быть высокоэффективным, но для этого необходимо проводить мониторинг погодных условий и степени переувлажнения почв. В гидроморфных и полугидроморфных комплексах условия увлажнения, по данным 2019 г. [3], складывались благоприятнее. Почвенная толща характеризовалась равномерным распределением влаги (её запасы в метровом слое – 155 мм, а на глубине от 1 до 2 м – 152 мм), поэтому озимые оказывались в лучшем состоянии, связанном с хорошими условиями увлажнения в осенний период 2018 г.

**Выводы.** Усиление гидроморфизма сопровождалось изменением характера аккумуляции гумуса по почвенному профилю, изменением состава гумуса (отношение  $C_{TK}:C_{ФК}$  увеличивалось до 4,7-5,7), уменьшением содержания негидролиземого остатка (в среднем от 2,35 до 1,30%), увеличением содержания углерода подвижных гуминовых кислот в верхнем слое (до 0,20%) и уменьшением – в нижнем (до 0,01%), усилением степени гумификации органического вещества (в среднем от 35,4 до 58,6%) – от лугово-черноземных к черноземно-луговым почвам. С нарастанием гидроморфизма запасы гумуса во всей метровой толще почв сезонно-переувлажненного комплекса увеличивались.

Наиболее целесообразно использовать сезонно-переувлажненные почвы под многолетние травы (костреч, овсяница, клевер), с периодическим их обновлением. При возделывании однолетних культур в севооборот следует включать озимые и растения позднего срока посева.

#### Литература

1. Гришина, Л.А. Система показателей гумусного состояния почв [Текст]. В кн.: Химия почв / Л.А. Гришина, Д.С. Орлов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1992. – 400 с.
2. Орлов, Д.С. Практикум по биохимии гумуса [Текст] / Д.С. Орлов, Л.А. Гришина, Н.Л. Ерошичева. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1969. – 159 с.
3. Турусов, В.И. Особенности гидрологического профиля и оценка влагозапасов черноземов Воронежской области [Текст] / В.И. Турусов, Ю.И. Чевердин // Земледелие. – 2015. – № 3. – С. 5-8.
4. Чевердин, Ю.И. Динамика содержания органического вещества черноземных почв Воронежской области [Текст] / Ю.И. Чевердин, В.А. Беспалов, Т.В. Титова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. – № 10-1(29). – С. 37-39.

## TO THE QUESTION ABOUT THE HUMUS STATE OF THE SEASONALLY OVERWATERED SOILS OF KAMENNAYA STEPPE

V.I. Turusov, Yu.I. Cheverdin, T.V. Titova, V.A. Bespalov

V.V. Dokuchaev Scientific Research Institute of Agriculture of the Central-Chernozem zone, block 5, bldg. 81, 397463 Settlement of the 2<sup>nd</sup> plot of V.V. Dokuchaev Institute, Russia, e-mail: [niish1c@mail.ru](mailto:niish1c@mail.ru)

*In the article a description of the humus status of the seasonal hydromorphic soils of Stone Steppe is presented. It was revealed that the increase in hydromorphism was accompanied by a change in the nature of humus accumulation in the soil profile, a change in the composition of humus, a decrease in the content of non-hydrolyzed residue, an increase in the carbon content of mobile humic acids in the upper layer and a decrease in the lower; an increase in the degree of humification of organic matter – from meadow-chernozem to chernozem-meadow soils. With the increase of hydromorphism, humus reserves increased in the entire meter thickness of the seasonally waterlogged complex soils.*

**Keywords:** meadow-chernozem, chernozem-meadow soils; humus condition of soils.

#### References:

1. Grishina, L.A. The system of indicators of humus state of soils [Text]. In the book. The chemistry of soils / L.A. Grishina and D.S. Orlov. – M.: Izd-vo Mosk. UN-TA, 1992. – 400 p. – P. 293.

2. Orlov, D.S. Workshop on the biochemistry of humus [Text] / D.S. Orlov, L. A. Grishina, N. L. Eroshicheva. – M.: Izd-vo Mosk. UN-TA, 1969. – 159 p.
3. Titova, T.V. Transformation of physical and physico-chemical properties of Stone Steppe soils in conditions of seasonal waterlogging [Text]: dis. ... kand. Biol. Sciences: 03.02.13: protected 26.12.11: app. 29.05.12 / Titova Tatyana Vitalevna. – Voronezh state University. Stone Steppe, 2011. – 162 p. – P. 29-32.
4. Turusov, V. I. Peculiarities of the hydrological profile and assessment of moisture resources of chernozems of the Voronezh region [Text] / V.I. Turusov, Yu.I. Cheverdin // Agriculture. – 2015. – № 3. – P. 5-8.
5. Cheverdin, Yu.I. Dynamics of the content of organic matter of Chernozem soil in Voronezh region [Text] / Yu.I. Cheverdin, V.A. Bespalov, T.V. Titova // International research journal. – 2014. – № 10-1 (29). – Pp. 37-39.

УДК 631.95

## ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАДЕЛКИ СИДЕРАТА НА ФИТОСАНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ КУЛЬТУР

*П.Н. Балабко, д.б.н., МГУ, А.Е. Сорокин, к.э.н., МАИ, Ю.Н. Синих, к.с.-х.н., МГУ*

*Приведены результаты многолетних исследований по изучению влияния глубины заделки горчицы белой на зеленое удобрение в условиях центральных областей Нечерноземной зоны на фитосанитарное состояние посевов и урожайность сельскохозяйственных культур. Установлены положительное влияние зеленого удобрения на снижение засоренности посевов культур, особенно при глубокой заделке в почву, и повышение их урожайности.*

*Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, горчица белая, севооборот, фитосанитарное состояние посевов, сидераты, урожайность культур.*

DOI: 10.25680/S19948603.2019.109.12

Большое влияние на эффективность зеленого удобрения оказывает глубина его заделки, которая зависит от гранулометрического состава почвы и мощности биологически активного слоя почвы. На средних и тяжелых по гранулометрическому составу почвах целесообразна неглубокая (14-16 см) заделка сидеральной массы. О пользе такой заделки зеленого удобрения свидетельствует малая мощность активного слоя с неглубоким расположением корневой системы возделываемых культур. При неглубокой заделке сидерата по сравнению с глубокой очевидны преимущества в накоплении и сохранении почвенной влаги и мобилизации доступных фосфора и калия [1].

В звене севооборота с сидеральным паром наименее засоренным оказался вариант с запашкой зеленого удобрения на 14-16 см, численность сорняков на фоне последствия такой запашки была в 2-3 раза, а масса сорняков в 2,3-2,5 раза ниже, чем на фоне последствия обычной и глубокой вспашки сидерального пара [2].

Возделывание и запашка пожнивного сидерата горчицы белой в полевом севообороте с 83 %-ным насыщением зерновыми культурами снизили засоренность посевов озимой пшеницы весной и к периоду уборки, соответственно, на 45 и 49 % в сравнении с контролем (плодосменный севооборот) [3, 4].

Цель наших исследований – определить влияние сроков и глубины запашки зеленого удобрения на урожайность и содержание питательных веществ в сухой массе горчицы белой.

**Методика.** Исследования проводили в полевом опыте, заложенном в 2013 г., в фермерском хозяйстве Волоколамского района Московской области.

Общая площадь фермерского хозяйства 5,5 га. Волоколамский муниципальный район расположен на северо-западе Московской области в зоне с умеренно-континентальным климатом. Средняя многолетняя температура воздуха в июле +19°C, в январе –6,7°C. Среднегодовое выпадение осадков составляет 450-650 мм. Средняя продолжительность вегетационного пе-

риода 130-140 дней. Сумма положительных температур выше 10°C составляет 1900-2200°C. Метеорологические условия для выращивания горчицы белой на зеленое удобрение в 2013 г. были благоприятные.

Изучали следующие варианты опыта:

1. Без удобрений (контроль).
2. N<sub>50</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>.
3. Заделка зеленой массы на 8-10 см + N<sub>10</sub>.
4. Заделка на 20-22 см + N<sub>10</sub>.
5. Заделка на 25-27 см + N<sub>10</sub>.

Агротехника сельскохозяйственных культур была общепринятой для Московской области.

Возделывали сорт горчицы белой Лунинская. Нормы высева 40 кг/га. Аммиачную селитру из расчета 10 кг/га вносили в подкормку по всходам. Повторность опыта 3-кратная, размещение вариантов – систематическое, размер делянок 1,20 м · 12 м = 14,4 м<sup>2</sup>. Почва опытного участка дерново-подзолистая. Перед закладкой опыта она характеризовалась следующими агрохимическими показателями пахотного и подпахотного горизонтов (табл. 1).

**1. Агрохимическая характеристика опытного участка, перед закладкой опыта**

Слой почвы, см	Гумус, %	pH <sub>сол.</sub>	Азот			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
			общий	аммиачный	нитратный		
			%	мг/кг почвы		мг/кг почвы (по Кирсанову)	
0-20	4,3	6,1	0,172	15,2	63,0	292,5	282,6
20-40	2,6	5,8	0,154	6,4	11	275,2	94,1

**Результаты и их обсуждение.** Урожайность зеленой массы горчицы белой различалась и зависела в основном от метеорологических условий и сроков посева. В 2013 г. средняя урожайность зеленой массы горчицы белой при весеннем сроке посева составляла 30,4 т/га, или 3,04 т/га сухого вещества, при летнем сроке посева – 25,6 т/га, или 2,56 т/га сухого вещества. Установлено, что при весеннем сроке посева урожайность зеленой