



УДК 631.452

DOI: 10.36718/1819-4036-2020-2-3-10

О.А. Ульянова, Т.Н. Демьяненко,  
Н.С. Коновалов, И.А. Речкин

ОЦЕНКА ГУМУСОВОГО СОСТОЯНИЯ АЛЛЮВИАЛЬНОЙ ТЕМНОГУМУСОВОЙ ПОЧВЫ  
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ВЕРМИКОМПОСТА

О.А. Ulyanova, T.N. Demyanenko,  
N.S. Konovalov. I.A. Rechkin

THE ASSESSMENT OF HUMUS STATE OF ALLUVIAL DEMO-HUMUS  
SOIL WHEN USING VERMICOMPOST

**Ульянова Ольга Алексеевна** – д-р биол. наук, проф. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского ГАУ, г. Красноярск.

E-mail: kora64@mail.ru

**Демьяненко Татьяна Николаевна** – канд. с.-х. наук, доц. каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: v.f.ivchenko@mail.ru

**Коновалов Николай Сергеевич** – магистрант каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: nikolai\_konovalov\_2014@mail.ru

**Речкин Иван Андреевич** – магистрант каф. почвоведения и агрохимии Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск.

E-mail: vanyusha\_rechkin@mail.ru

**Ulyanova Olga Alexeyevna** – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: kora64@mail.ru

**Demyanenko Tatyana Nikolayevna** – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: v.f.ivchenko@mail.ru

**Konovalov Nikolay Sergeyeovich** – Magistrate Student, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: nikolai\_konovalov\_2014@mail.ru

**Rechkin Ivan Andreyevich** – Magistrate Student, Chair of Soil Science and Agrochemistry, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk.

E-mail: vanyusha\_rechkin@mail.ru

Показана возможность переработки крупнотоннажных отходов лесной отрасли (опилок) и сельскохозяйственного производства (птичьего помета) методом вермикюльтуры в эффективное экологически безопасное удобрение – вермикомпост, который получали на кафедре почвоведения и агрохимии Красноярского ГАУ, смешивая оба компонента в соотношении 1:1 и предварительно прокомпостировав их в течение 3 недель. В качестве наполнителя-структурообразователя к вышеуказанным отходам использовали 25 % почвы, затем перемешивали все эти компоненты и заселяли червями, предварительно проверив

эту смесь на токсичность. Вермикомпостирование проводили в течение 3 месяцев. Цель исследования – оценить действие разных доз полученного вермикомпоста на гумусовое состояние аллювиальной темногумусовой почвы, территориально расположенной в Красноярской лесостепи. Задачи исследования: определить изменение общего содержания органического вещества, его стабильных и подвижных компонентов в аллювиальной темногумусовой почве при внесении в нее разных доз вермикомпоста при возделывании столовой свеклы. Апробацию удобрений проводили в мелкоделяночном полевом опыте. Обнаружено

достоверное на уровне значимости 99 и 95 % снижение содержания подвижного органического вещества на вариантах с вермикомпостированием. После взаимодействия почвы с удобрениями наблюдается закономерное увеличение среднего содержания стабильного органического вещества соответственно вносимой дозе. Доля устойчивого углерода гумуса более всего увеличивается при максимальной дозе внесения вермикомпоста в почву – 5 т/га. Внесение вермикомпоста в Красноярской лесостепи в условиях дефицита увлажнения способствует стабилизации гумусового состояния аллювиальной темногумусовой почвы и играет положительную роль в сохранении баланса углерода.

**Ключевые слова:** аллювиальная темногумусовая почва, вермикомпост, гумус, подвижный гумус, стабильный гумус, гумусовое состояние.

*The possibility of processing large-scale waste of the forest industry (sawdust) and agricultural production (bird droppings) by the method of vermiculture into an effective environmentally friendly fertilizer – vermicompost, which was obtained at the Department of Soil Science and Agricultural Chemistry of Krasnoyarsk State Agrarian University by mixing both components in 1: 1 ratio and pre-composting them for 3 weeks. As a filler-builder for the above wastes 25 % of the soil was used and then all these components were mixed and populated with worms, having previously checked this mixture for toxicity. Vermicomposting was carried out for 3 months. The purpose of the study was to evaluate the effect of different doses of obtained vermicompost on humus state of alluvial dark humus soil, located in Krasnoyarsk forest-steppe. The objectives of the study were to determine the change in the total content of organic matter and its mobile components in alluvial dark humus soil when various doses of vermicompost were added to it at cultivating table beets. Fertilizer testing was carried out in a shallow field experiment. A reliable decrease in the content of mobile organic matter was found to be significant at a significance level of 99 and 95 % in variants with vermicomposting. After the interaction of soil with fertilizers, there was a natural increase in the average content of stable organic matter, according to the dose applied. The proportion of stable humus carbon in-*

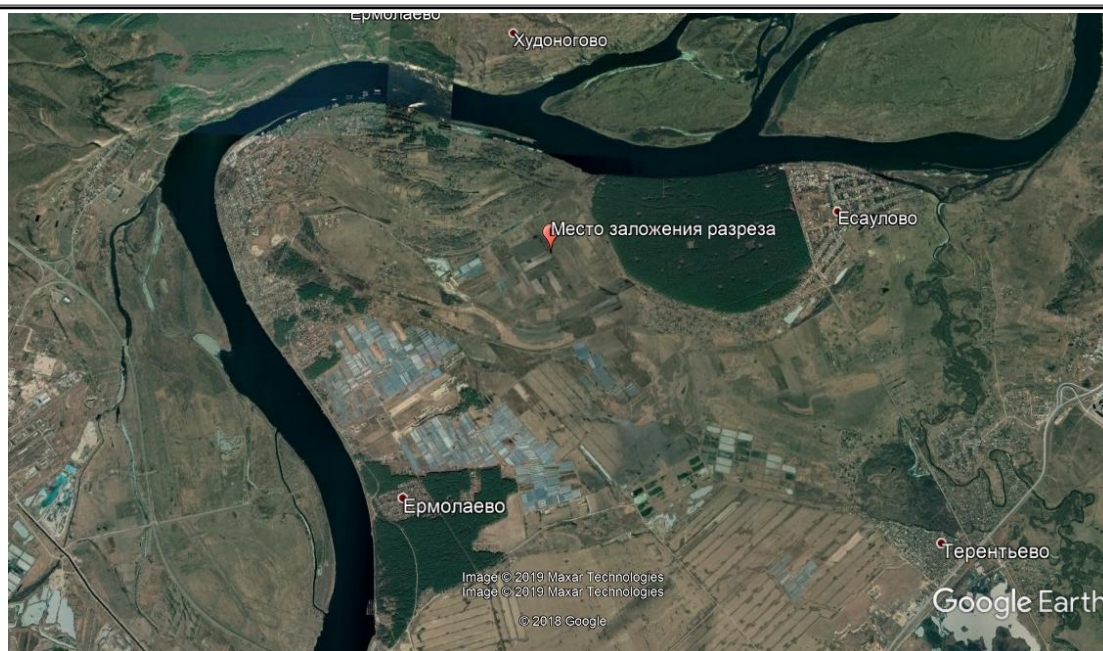
*creased greatly with a maximum dose of vermicompost in the soil – 5 t/hectare. The introduction of vermicompost in Krasnoyarsk forest-steppe under conditions of moisture deficiency helped to stabilize humus state of alluvial dark humus soil and played a positive role in maintaining carbon balance.*

**Keywords:** alluvial dark humus soil, vermicompost, humus, mobile humus, stable humus, humus state.

**Введение.** Перспективы успешного развития земледелия в крае зависят от воспроизводства оптимального уровня плодородия почв, определяемого главным образом содержанием в них органического вещества. Вопросы регулирования и воспроизводства органической части почв являются наиболее актуальными, и решение их – одна из составных частей системы управления плодородием [1]. Гумусовое состояние – основной показатель плодородия почв. Оценка его изменения позволяет диагностировать направленность трансформации органического вещества и регулировать его состояние в почве. Это позволит в дальнейшем разрабатывать оценочные шкалы обеспеченности почв не только общим содержанием органического углерода, но и его подвижных форм, определяющих эффективное плодородие почв [2, 3]. Вследствие недостаточного количества органических удобрений нормы внесения их в почвы региона в настоящий период очень низкие (0,65 т/га) и они не обеспечивают сохранения плодородия почв. В связи с этим целесообразно использовать в качестве удобрительных ресурсов все имеющиеся местные отходы сельского хозяйства, в частности птичий помет и продукты его переработки [1]. В данной работе в качестве удобрительного ресурса рассматривается вермикомпост (ВК). Ранее исследований его влияния на гумусовое состояние аллювиальной темногумусовой почвы не проводилось.

**Цель исследований.** Оценка действия вермикомпоста на содержание гумуса и его подвижных форм в почве.

**Методы исследований.** Исследования проводили на аллювиальной темногумусовой типичной маломощной карбонатсодержащей среднесуглинистой почве в Березовском районе в окрестности с. Есаулово в условиях Красноярской лесостепи (рис.) в течение вегетационного периода 2018 года.



*Место расположения опытного участка в пойме реки Енисей*

Почвенный профиль имеет следующее строение.

**AU** (0–38 см) – свежий, однородный, черный с буроватым оттенком со слюдяным блеском, при высыхании светлеет, среднесуглинистый. До 6 см рыхлый, пористый, комковатый. С 6 до 17 см уплотненный, 17–38 см плотный, плитовидный с горизонтальной делимостью. Включения: много тонких травянистых корней, галька диаметром до 3 см. Вскипает с поверхности бурно, с глубиной интенсивность вскипания снижается. Переход заметный, граница ровная.

**B-I** (38–52 см) – влажный, темно-бурый с более интенсивным блеском, однородный, постепенно светлеет к низу. Плотный, плитовидный, тонкопористый, тонкотрещиноватый, тяжелосуглинистый. Включения: единичные корни травянистых растений. Переход заметный.

**II** (52–61 см) – светло-бурый, однородный, аналогичен предыдущему, вскипает слабее.

**III** (62–78 см) – бурый, уплотненный, комковато-порошистый, тяжелосуглинистый. Встречаются единичные корни травянистой растительности. Переход в следующий горизонт постепенный.

**C<sub>ca</sub>I<sup>~</sup>** (78–113 см) – влажный, желто-бурый, среднесуглинистый опесчаненный, порошистый, рыхлый.

**CII<sup>~</sup>** (113–128 см) – влажный, однородный желто-палевый, легкосуглинистый, слабооструктурен, порошистый, мелкотрещиноватый, рыхлый.

Эта почва формируется на высокой пойменной террасе реки Енисей на аллювиальных отложениях, представленных чередующимися слоями среднего и легкого опесчаненного суглинка. Она характеризуется средним содержанием гумуса в верхнем горизонте (5,8 %). В подгумусовом горизонте его содержание резко падает, но на глубине 80 см еще сохраняется до 1 %. Реакция среды среднещелочная (8,4) в гумусовом горизонте и сильнощелочная в подгумусовом, что обусловлено содержанием морфологически невыраженных карбонатов.

Действие вермикомпоста испытывали в мелкоделяночном полевом опыте согласно схеме: 1. Контроль (без удобрений). 2. ВК, 3 т/га. 3. ВК, 5 т/га.

Пахотный слой аллювиальной темногумусовой почвы характеризовался очень низкой обеспеченностью аммонийным азотом (2,9 мг/кг) и низкой – обменным калием (41,2 мг/кг), средним уровнем нитратной формы азота (17,6 мг/кг) и повышенной обеспеченностью подвижным фосфором (39 мг/кг).

Вермикомпост – концентрированное органическое удобрение, полученное путем переработки органических отходов сельского хозяйства

и лесной отрасли дождевыми червями и представляющее собой однородную рассыпчатую зернистую массу без запаха, с хорошей вододерживающей способностью. По физическим свойствам данный продукт превосходит традиционные органические удобрения. Для его получения использовали крупнотоннажные отходы деревообрабатывающей промышленности (опилки) и сельского хозяйства (птичий помет). Оба компонента смешивали в соотношении 1:1 и предварительно компостировали в течение 3 недель. Для наполнения и лучшего структурообразования добавляли почву в объеме четвертой части от общего количества продукта. Субстрат перемешивали и заселяли червями, предварительно проверив эту смесь на токсичность. Вермикомпостирование проводили в течение 3 месяцев. Полученный вермикомпост включал: органическое вещество – 20,3 % (ГОСТ 27980-88); общий азот – 1,3 % (ГОСТ 26715-85), общий фосфор – 2,9 % (ГОСТ 26717-85); калий – 0,98 % (ГОСТ 26718-85) и характеризовался высокой обеспеченностью минеральными формами элементов питания: N-NH<sub>4</sub> (330 мг/кг), N-NO<sub>3</sub> (902 мг/кг), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (20300 мг/кг), K<sub>2</sub>O (2950 мг/кг) (Справочник по анализу органических удобрений, 2000); имел рН= 7,1 (ГОСТ 27979-88).

Вермикомпост вносили в аллювиальную темногоumusовую почву вручную весной перед посевом свеклы. Учетная площадь делянки составила 10 м<sup>2</sup>. Размещение делянок последовательное. Опыт провели в 4-кратной повторности. В качестве тестовой культуры для оценки эффективности действия вермикомпоста использовали свеклу столовую.

Вегетационный период 2018 года отличался экстремально засушливыми условиями. По дан-

ным ближайшей метеостанции [4], сумма осадков за период активной вегетации составила всего 94 мм, гидротермический коэффициент равен 0,5, что характеризует климат как «сухой».

До посева и после уборки свеклы отбирали почвенные образцы, в которых определяли общее содержание углерода гумуса (С<sub>гумуса</sub>) по методу Тюрина [5] и углерод подвижного органического вещества (С<sub>подв</sub>) по методике И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой [6]. Полученные экспериментальные данные были обработаны статистически методами дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализов с использованием программы Microsoft Office Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Гумусное состояние почв – совокупность морфологических признаков, общих запасов, свойств органического вещества и процессов его создания, трансформации и миграции в почвенном профиле [2]. Применение удобрений существенно влияет на гумусное состояние почв.

Результаты проведенных исследований показали, что в весенний период содержание общего органического углерода стабильно (V – 7,4 %) и составило в среднем по всем вариантам опыта 3420 мг/100 г (табл. 1). Осенние измерения обнаружили снижение общего углерода на контроле на 12 %, что связано с низким количеством пожнивных остатков, остающихся в почве после уборки свеклы. Снижение содержания органического углерода на вариантах с внесением вермикомпоста составляет 3 и 2 % на вариантах 3 и 5 т/га соответственно.

Таблица 1

### Влияние вермикомпоста на содержание гумуса и его подвижных форм

Вариант	С <sub>гумуса</sub>	С <sub>Н<sub>2</sub>О</sub>	С <sub>NaOH</sub>	С <sub>подв</sub>	С <sub>стаб</sub>
	мг/100г				
Контроль	3360±97,9	28,2±6,4	528,3±53,2	556,5	2803,5
	3012±345,2	34,8±1,6	414,2±24,9	449,0	2597,8
ВК 3т/га	3444±63,1	43,8±22,8	556,0±13,9	599,8	2844,2
	3348±256,5	37,7±12,7	466,0±19,7	503,7	2844,3
ВК 5т/га	3456±208,3	40,9±28,9	556,1±41,9	596,9	2859,1
	3384±126,2	50,7±4,6	425,7±33,2	476,4	2907,6

Здесь и далее: над чертой весенние значения, под чертой осенние.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что в аллювиальной темногоумусовой почве преобладают соединения, составляющие фонд стабильного гумуса. Отмечается возрастание содержания стабильного органического вещества под действием возрастающих доз вермикомпоста по отношению к контролю (табл. 1). Как известно [7, 8], ключевая роль в обеспечении устойчивости запасов гумуса в пахотных почвах принадлежит легкоминерализуемой фракции органического вещества – подвижному гумусу, детриту, растительным остаткам, выполняющим роль своеобразного регулятора. Эта фракция в значительной степени определяет интенсивность минерализационных процессов, ограничивая снижение или накопление углерода соответственно при уменьшении или увеличении поступления в почву свежего органического вещества. В составе подвижного органического вещества исследуемой аллювиальной темногоумусовой почвы доминируют гумусовые кислоты, извлекаемые щелочным гидролизатом. Максимальное содержание щелоче-

растворимых гумусовых веществ отмечено при внесении 3 т/га ВК. В структуре гумуса содержание водорастворимых соединений весной варьировало от 28 до 44 мг/100 г в зависимости от варианта опыта, и этот показатель возрастал к осени до 35–51 мг/100 г. Содержание подвижного органического вещества почв используется в качестве критерия для оценки эффективного плодородия почв. Известно, что оптимальные показатели плодородия обеспечиваются при содержании подвижного гумуса от 200 до 500 мг/100 г почвы. Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют, что применение вермикомпоста во всех исследуемых дозах сохраняет эффективное плодородие аллювиальной темногоумусовой почвы в рамках оптимальных значений.

В составе гумуса доля водорастворимых соединений весной низкая и составила около 1 % по всем вариантам опыта, к осени содержание этой подвижной фракции имеет незначительную тенденцию к возрастанию (табл. 2).

Таблица 2

**Доля подвижных и стабильных соединений в составе гумуса**

Вариант	Процент $C_{H_2O}$ от $C_{гумуса}$	Процент $C_{NaOH}$ от $C_{гумуса}$	Процент $C_{подв.}$ от $C_{гумуса}$	Процент $C_{стаб.}$ от $C_{гумуса}$
Контроль	1,03	15,7	16,72	83,28
	1,75	13,52	15,37	84,73
ВК 3т/га	1,06	16,18	17,24	82,76
	1,45	13,88	15,33	84,67
ВК 5т/га	1,13	16,10	17,23	82,77
	1,21	12,62	13,83	86,17

В составе подвижной части гумуса преобладает фракция, извлекаемая 0,1 н щелочью. Весной ее доля от общего углерода составляет 15–16 %, а к осени она снижается до 13–14 %. Преобладающей фракцией в составе гумуса остается стабильное органическое вещество, которое весной в почве составляет порядка 83 % и увеличивается по вариантам опыта к осени до 84–86 % от  $C_{гумуса}$ . Следует отметить,

что в большей степени этот показатель увеличился под действием вермикомпоста, внесенного в почву в количестве 5 т/га.

Результаты математической обработки полученных данных показали, что содержание легкоминерализуемых форм органического вещества в начале вегетации (до внесения вермикомпоста) по вариантам однородно (табл. 3).

**Результаты факторного дисперсионного анализа при сравнении содержания  
легкоминерализуемых форм органического вещества**

Вариант	C, %	F	P-Значение	F критическое	Показатель силы влияния, %
1	2	3	4	5	6
C <sub>NaOH</sub> по вариантам до внесения вермикомпоста					
Контроль	0,528				
ВК 3т/га	0,556	0,161	0,854	4,256	3,4
ВК 5 т/га	0,556				
C <sub>NaOH</sub> по вариантам после уборки					
Контроль	0,414				
ВК 3т/га	0,466	1,052	0,388	4,256	19
ВК 5 т/га	0,426				
C <sub>NaOH</sub> в контрольном варианте					
Весна	0,528	3,767	0,100	5,987	38,6
Осень	0,414				
C <sub>NaOH</sub> в варианте ВК 3 т/га					
Весна	0,556	13,905	0,010	5,987	69,8
Осень	0,466				
C <sub>NaOH</sub> в варианте ВК 5 т/га					
Весна	0,556	5,932	0,051	5,987	49,7
Осень	0,426				
C <sub>H<sub>2</sub>O</sub> по вариантам до внесения вермикомпоста					
Контроль	0,0346				
ВК 3т/га	0,0366	0,396	0,684	4,256	8,1
ВК 5 т/га	0,0390				
C <sub>H<sub>2</sub>O</sub> по вариантам после уборки					
Контроль	0,0537				
ВК 3т/га	0,0487	3,553	0,073	4,256	44,1
ВК 5 т/га	0,0407				
Парное сравнение C <sub>H<sub>2</sub>O</sub> по вариантам после уборки					
Контроль	0,0537	1,317	0,295	5,987	18
ВК3 т/га	0,0487				
Парное сравнение C <sub>H<sub>2</sub>O</sub> по вариантам после уборки					
Контроль	0,0537	7,450	0,034	5,987	55,4
ВК 5 т/га	0,0407				
C <sub>H<sub>2</sub>O</sub> в контрольном варианте					
Весна	0,0346	22,739	0,003	5,987	79,1
Осень	0,0537				

1	2	3	4	5	6
$C_{H_2O}$ в варианте ВК 3 т/га					
Весна	0,0366	4,449	0,079	5,987	42,6
Осень	0,0487				
$C_{H_2O}$ в варианте ВК 5 т/га					
Весна	0,0390	0,117	0,744	5,987	1,9
Осень	0,0407				

Вероятность случайных различий выборочных средних составляет 85 и 68 %. В конце вегетации содержание щелочегидролизующего углерода по всем вариантам снижается, и если между вариантами различия средних достоверны (всего лишь 62 %), то внутри вариантов с вермикомпостом снижение достоверно на уровне значимости 99 и 95 % (варианты ВК 3 и ВК 5 соответственно). Результаты сравнения содержания водорастворимых форм органического вещества демонстрируют снижение интенсивности минерализационных процессов на фоне вермикомпостирования. Если до внесения композиций показатели водорастворимого углерода по всем вариантам практически не различаются, то в конце вегетации обнаруживаются достоверные различия между контролем и вариантом с вермикомпостом 5 т/га (уровень значимости различий 97 %). На контроле происходит существенное увеличение содержания водорастворимого углерода (его доля от общего увеличивается с 1 до 2 %), на вариантах с внесением

компостов различия в содержании  $C_{H_2O}$  в начале и в конце вегетации недостоверны. Невысокое содержание подвижного органического вещества, по нашему мнению, может быть связано с засушливым летом 2018 года, так как интенсивность минерализации напрямую связана с условиями увлажнения. При сравнении выборочных средних содержания стабильных форм органического вещества в начале и в конце вегетации значимых различий не обнаружено (табл. 4). Однако, если до внесения удобрений вероятность случайных различий составляет 94 %, что показывает устойчивую выровненность значений ( $V - 8,7$  %), то после взаимодействия почвы с удобрениями ситуация изменяется: наблюдается закономерное увеличение среднего содержания стабильного органического вещества соответственно вносимой дозе. При этом вероятность случайных различий снижается до 56 %.

Таблица 4

#### Результаты факторного дисперсионного анализа при сравнении содержания стабильного органического вещества

Вариант	C, %	F	P-Значение	F критическое	Показатель силы влияния, %
$C_{стаб}$ по вариантам до внесения вермикомпоста					
Контроль	2,797				
ВК 3т/га	2,851	0,064	0,938	4,256	1,4
ВК 5 т/га	2,861				
$C_{стаб}$ по вариантам после уборки					
Контроль	2,544				
ВК 3т/га	2,833	0,568	0,586	4,256	11,2
ВК 5 т/га	2,918				



**Заключение.** Таким образом, на данном этапе исследований выявлена следующая тенденция: внесение вермикомпоста в целом стабилизирует гумусное состояние аллювиальной темногомусовой почвы. Доля устойчивого углерода гумуса более всего увеличивается при максимальной дозе вермикомпоста 5 т/га. Достоверное снижение содержания подвижного органического вещества на вариантах с вермикомпостом, способствующее увеличению стабильной его части, подтверждает положительную роль удобрения в сохранении баланса углерода в почве в условиях резкого дефицита увлажнения.

### Литература

1. Шиндорикина О.В., Ульянова О.А. Оценка скорости минерализации органического вещества чернозема, выщелоченного при внесении органических удобрений // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 8. – С. 64–68.
2. Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. – М.: ГЕОС, 2015. – 233 с.
3. Хайдуков К.П., Шевцова Л.К., Кузьменко Н.Н. Изменение гумусового состояния дерново-подзолистой суглинистой почвы при длительном применении различных систем удобрения // Проблемы агрохимии и экологии. – 2016. – № 3. – С. 22–25.
4. Архив погоды в Погорельском Бору [Электронный ресурс]. – URL: [https://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Погорельском\\_Бору](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Погорельском_Бору).
5. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 478 с.
6. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. – Л.: Наука, 1980. – 221 с.
7. Шарков И.Н., Данилова А.А. Влияние агротехнических приемов на изменение содержания гумуса в пахотных почвах // Агрохимия. – 2010. – № 12. – С. 72–81.
8. Кураченко Н.Л., Колесник А.А. Структура и запасы гумусовых веществ агрочерноземов в условиях основной обработки почвы // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 9. – С. 149–157.

### Literatura

1. Shindorikova O.V., Ul'yanova O.A. Ocenka skorosti mineralizacii organicheskogo veshchestva chernozema, vyshchelochennogo pri vnesenii organicheskikh udobrenij // Vestnik KrasGAU. – 2013. – № 8. – S. 64–68.
2. Semenov V.M., Kogut B.M. Pochvennoe organicheskoe veshchestvo. – M.: GEOS, 2015. – 233 s.
3. Hajdukov K.P., Shevcova L.K., Kuz'menko N.N. Izmenenie gumusovogo sostoyaniya dernovo-podzolistoj suglinistoj pochvy pri dlitel'nom primenenii razlichnyh sistem udobreniya // Problemy agrohimii i ekologii. – 2016. – № 3. – S. 22–25.
4. Arhiv pogody v Pogorel'skom Boru [Elektronnyj resurs]. – URL: [https://rp5.ru/Arhiv\\_pogody\\_v\\_Pogorel'skom\\_Boru](https://rp5.ru/Arhiv_pogody_v_Pogorel'skom_Boru).
5. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv. – M.: Izd-vo MGU, 1970. – 478 s.
6. Ponomareva V.V., Plotnikova T.A. Gumus i pochvoobrazovanie. – L.: Nauka, 1980. – 221 s.
7. Sharkov I.N., Danilova A.A. Vliyanie agrotekhnicheskikh priemov na izmenenie soderzhaniya gumusa v pahotnyh pochvah // Agrohimiya. – 2010. – № 12. – S. 72–81.
8. Kurachenko N.L., Kolesnik A.A. Struktura i zapasy gumusovyh veshchestv agrochernozemov v usloviyah osnovnoj obrabotki pochvy // Vestnik KrasGAU. – 2017. – № 9. – S. 149–157.