

УДК: 631.417.2:631.51.01

Научная статья

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-378-1-92-96

Е.В. Дубовик

Д.В. Дубовик ✉

Курский федеральный аграрный научный
центр, Курск, Россия

✉ dubovikdm@yandex.ru

Поступила в редакцию:
26.09.2023Одобрена после рецензирования:
26.12.2023Принята к публикации:
10.01.2024

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2024-378-1-92-96

Elena V. Dubovik

Dmitriy V. Dubovik ✉

Federal Agricultural Kursk Research Center,
Kursk, Russia

✉ dubovikdm@yandex.ru

Received by the editorial office:
26.09.2023Accepted in revised:
26.12.2023Accepted for publication:
10.01.2024

Изменение гумусного состояния чернозема типичного при различных способах обработки почвы

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Статья посвящена влиянию различных способов обработки почвы на гумусное состояние чернозема типичного (*Haplic Chernozems*).

Методы. Варианты обработки почвы: вспашка с оборотом пласта (20–22 см), комбинированная обработка (дискование 8–10 см + чизель 20–22 см), поверхностная обработка (дискование) до 8 см, прямой посев. Объектом исследования являлся чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый.

Результаты. По результатам группового и фракционного состава гумуса чернозема типичного (независимо от способа обработки и изучаемого слоя почвы) были установлены, следующие закономерности: преобладание группы гуминовых кислот (ГК — 45–55% от органического углерода ($C_{орг}$), высокая доля гуминовых кислот, связанных с кальцием (ГК-2 — 29–41% от $C_{орг}$), низкое содержание негидролизуемого остатка (НО — 29–36% от $C_{орг}$), гуматный тип гумуса ($C_{гк}:C_{фк} > 2$), очень высокая степень гумификации органического вещества ($>4,5$). С увеличением глубины пахотного слоя (независимо от способа обработки почвы) отмечаются рост $C_{гк}$, $C_{гк-2}$ и снижение углерода гуминовых кислот, свободных и связанных с подвижными полуторными $R_2O_3(C_{гк-1})$, углерода гуминовых кислот, связанных с устойчивыми R_2O_3 ($C_{гк-3}$), и углерода фульвокислот ($C_{фк}$). В слое 0–20 см отмечается преобладание $S_{гк-1}$ (5,5%), и их содержание снижается в зависимости от способа обработки почвы в ряду «комбинированная (5,08%) → поверхностная обработка → прямой посев (4,91)». При применении крайней степени минимизации (прямого посева) в слое 0–20 см по отношению к другим способам обработки почвы отмечается наибольшее количество $C_{гк-2}$. Содержание $C_{гк-3}$ и $C_{фк}$ было наибольшим при поверхностной и комбинированной обработке.

Ключевые слова: чернозем типичный (*Haplic Chernozems*), способы обработки почвы, органический углерод, фракционно-групповой состав гумуса

Для цитирования: Дубовик Е.В., Дубовик Д.В. Изменение гумусного состояния чернозема типичного при различных способах обработки почвы. *Аграрная наука*. 2024; 378(1): 92–96. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-92-96>

© Дубовик Е.В., Дубовик Д.В.

Change in the humus state of typical chernozem with various methods of tillage

ABSTRACT

Relevance. The article is devoted to the influence of various methods of tillage on the humus state of typical chernozem (*Haplic Chernozems*).

Methods. Tillage options: plowing with a formation turnover (20–22 cm); combined processing (disking 8–10 cm + chisel 20–22 cm); surface treatment (disking) up to 8 cm; direct sowing. The object of the study was a typical powerful heavy loamy chernozem.

Results. According to the results of the group and fractional composition of typical chernozem humus (regardless of the method of processing and the studied soil layer), the following patterns were established: the predominance of a group of humic acids (HA — 45–55% of organic carbon ($S_{орг}$), a high proportion of humic acids associated with calcium (HA-2 — 29–41% of $S_{орг}$), low content of non-hydrolyzable residue (NO — 29–36% of $S_{орг}$), humate type of humus ($S_{гк}:S_{фк} > 2$), a very high degree of humification of organic matter (>4.5). With an increase in the depth of the arable layer (regardless of the method of tillage), there is an increase in $S_{гк}$, $S_{гк-2}$ and a decrease in carbon of humic acids free and associated with mobile one-and-a-half R_2O_3 ($S_{гк-1}$), carbon of humic acids associated with stable R_2O_3 ($S_{гк-3}$), and carbon of fulvic acids ($S_{фк}$). In the 0–20 cm layer, the predominance of $S_{гк-1}$ (5.5%) is noted, and their content decreases depending on the method of tillage in the series “combined (5.08%) → surface treatment → direct sowing (4.91)”. When applying an extreme degree of minimization (direct sowing) in a layer of 0–20 cm in relation to other methods of tillage, the largest amount of $S_{гк-2}$ is noted. The content of $S_{гк-3}$ and $S_{фк}$ was highest with surface and combined treatment.

Key words: typical chernozem (*Haplic Chernozems*), methods of tillage, organic carbon, fractional and group composition of humus

For citation: Dubovik E.V., Dubovik D.V. Change in the humus state of typical chernozem with various methods of tillage. *Agrarian science*. 2024; 378(1): 92–96 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2024-378-1-92-96>

©Dubovik E.V., Dubovik D.V.

Введение/Introduction

В земледелии применение современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур нацелено на получение высоких урожаев. Один из элементов технологии — способы обработки почвы, которые приводят к трансформации показателей, характеризующих плодородие почвы [1, 2]. При этом происходит изменение основного показателя почвенного плодородия — содержания органического вещества¹ [3].

В пахотных черноземах отмечается снижение количества гумуса — от 20 до 50% от исходного состояния [4], в связи с чем в последнее время в земледелии прослеживается тенденция на расширение применения минимальных способов обработки почвы, среди которых определенное место отводится крайней степени минимизации — прямому посеву [5, 6]. Технология прямого посева предусматривает сохранение стерни на поверхности почвы, а со временем и образование мульчирующего слоя, что способствует поддержанию влаги в почве, накоплению органического вещества в пахотных почвах [7], поддерживается азотный режим [8], способствует повышению доли микробной биомассы до 30% [9]. В целом такие способы обработки почвы позиционируются как пути увеличения консервации (сохранение) органического вещества в почве [10].

Для оценки последствий применения различных способов обработки почвы рассматриваются содержание и распределение подвижного органического вещества [11–13], но при этом мало кто изучает изменение фракционно-группового состава гумуса.

Цель работы — изучение влияния различных способов обработки почвы на гумусное состояние чернозема типичного посредством анализа изменения группового и фракционного состава органического вещества под посевами ячменя.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования проведены в полевом стационарном опыте ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» (Курская обл., Курский р-н, пос. Черемушки, 51°37'46" N; 36°15'40" E) в четырехпольном севообороте в 2020–2022 гг. (приведены средние данные за три года).

Севооборот развернут в пространстве и во времени четырьмя полями со следующим чередованием культур: горох — озимая пшеница — соя — яровой ячмень. Варианты обработки почвы: вспашка с оборотом пласта (20–22 см), комбинированная обработка (дискование 8–10 см + чизель 20–22 см), поверхностная обработка (дискование) до 8 см, прямой посев. Прямой посев осуществлялся без какой-либо обработки почвы сеялкой прямого посева «Дон 114» (производственная компания «НАИР», Россия).

Способы обработки почвы применялись систематически с 2015 г. для каждого варианта. Размещение вариантов в полевом опыте было систематическим (в один ярус).

Площадь посевной делянки — 6000 м² (60 × 100), повторность трехкратная.

В 2020 году начата вторая ротация севооборота. Изучалось изменение гумусного состояния почвы под посевами ячменя. Ячмень возделывался по

общепринятой для региона технологии и по вариантам не различался, за исключением способов основной обработки почвы. Сортовой ячмень — Суздалец, районированный по Курской области, одним из оригинаторов которого является Курский ФАНЦ. При этом особое внимание уделялось технологии прямого посева. Было учтено, что данная технология начинает действовать не ранее 4-го года систематического применения¹.

Объектом исследования являлся чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый (*Haplic Chernozems*). В пахотном слое (среднее) содержание гумуса — 5,1%, щелочно-гидролизующего азота — 15,4 мг / 100 г почвы, подвижного фосфора и калия (по Чирикову) — 20,1 и 13,1 мг / 100 г почвы соответственно. Реакция почвенной среды — слабокислая (pH_{KCl} 5,4).

Отбор образцов для определения фракционно-группового состава гумуса проводили после уборки ячменя (июль — август) в пятикратной повторности в слоях 0–10 см и 10–20 см, что обусловлено различной глубиной обработки чернозема типичного.

Определение органического углерода и фракционно-группового состава гумуса проводили по схеме И.В. Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой² в трехкратной повторности.

Оценку параметров гумусного состояния почвы проводили по уточненной системе показателей: обогащенность гумуса азотом (C:N), тип гумуса (C_{гк}/C_{фк}), доля «свободных» гуминовых кислот (% от суммы ГК), доля гуминовых кислот, связанных с Ca²⁺ (% от суммы ГК), доля прочно связанных с минеральной основой гуминовых кислот (% от суммы ГК), негидролизующий остаток (% от суммы ГК), показатель гумификации (ПГТ = C_{гк} × E [14]).

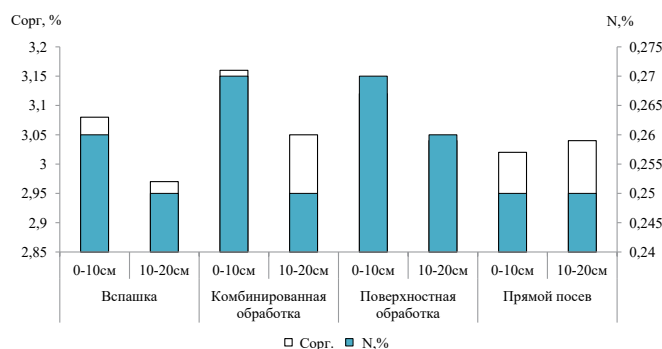
Статистическая обработка данных проведена с использованием программ Microsoft Excel, Statistica (США).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

В результате исследований было установлено преобладание органического углерода (C_{орг}) и общего азота в слое 0–10 см по сравнению со слоем 10–20 см при проведении поверхностной и комбинированной обработки (рис. 1). При этом обогащенность гумуса азотом оценивалась как низкая (11,6–12,7) независимо от способа обработки почвы и изучаемого слоя.

Рис. 1. Содержание органического углерода и азота в черноземе типичном при возделывании ячменя при различных способах обработки почвы, %

Fig. 1. The content of total carbon and nitrogen in chernozem typical for the cultivation of barley with various methods of tillage, %



¹ Дриггер В.К. Особенности проведения научных исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву. Методические рекомендации. Ставрополь: Сервисшкола. 2020; 69.

² Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Гумус и почвообразование. Л.: Наука. 1980; 221 с.

По результатам проведенного анализа группового состава гумуса чернозема типичного было установлено, что независимо от изучаемого слоя и способа обработки почвы преобладает группа гуминовых кислот (ГК), а углерод гуминовых кислот ($C_{ГК}$) в среднем составляет 45,03–54,62% от органического углерода ($C_{орг.}$) почвы (табл. 1).

Выявлено, что при комбинированной и поверхностной обработке почвы гуминовых кислот (ГК) содержалось больше в слое 10–20 см (на 6–12%), чем в слое 0–10 см. На вспашке незначительное преобладание ГК отмечено в слое 0–10 см (2%) по отношению к слою 10–20 см. При применении крайней степени минимизации (прямой посев) обработки почвы разность по слоям почвы была незначительной — 0,5%.

В группе ГК независимо от изучаемого слоя почвы и способа обработки отмечается преобладание доли ГК, связанных с кальцием (ГК-2). Доля ГК-2 в среднем составила 29,27–41,20% от $C_{орг.}$. По данному показателю гумусное состояние оценивалось как высокое (% от суммы ГК). Доля ГК-2 находится в средней и высокой прямой связи с Ca^{2+} и Mg^{2+} ($r = 0,61–0,92$). При этом в слое 10–20 см (по сравнению со слоем 0–10 см) установлена тенденция к повышению количества ГК-2 на 4% при вспашке и прямом посеве, повышение на 14–22% — при комбинированной и поверхностной обработке. Установлено, что в слое 0–10 см при прямом посеве количество ГК-2 было преобладающим (37,09%) и в зависимости от обработки почвы снижалось в ряду: вспашка (36,05%) → поверхностная обработка (32,03%) → комбинированная обработка (29,27%). В слое 10–20 см ГК-2 при поверхностной обработке содержалось больше на 6–17% по отношению к изучаемым обработкам почвы.

Содержание гуминовых кислот, связанных с глинистыми минералами и устойчивыми полуторными окислами (ГК-3), в среднем 7,5–11,0% от $C_{орг.}$ (табл. 1). При этом на вариантах с применением комбинированной и поверхностной обработки почвы в слое 0–10 см содержание ГК-3 оценивалось как высокое (22–23% от суммы ГК), на вариантах с применением вспашки и прямого посева — как среднее (17–18% от суммы ГК), в слое 10–20 см (независимо от способа обработки почвы) — как среднее (15–19% от суммы ГК).

Содержание фракции гуминовых кислот, свободных и связанных с подвижными полуторными окислами (ГК-1), составляло 4,48–5,84% от $C_{орг.}$ и оценивалось как очень низкое (<20% от суммы гуминовых кислот) [14]. Вместе с этим независимо от способа обработки почвы в слое 10–20 см ГК-1 содержалось существенно меньше ($HCP_{05} = 0,35$) по отношению к слою 0–10 см — на 6–16%. Количество ГК-1 независимо от изучаемого слоя при применении вспашки было на 9–13% выше, чем при минимизации обработки почвы.

Углерод группы фульвокислот ($C_{фк}$) в черноземе типичном в среднем составил 14,54–22,75%. При этом было установлено, что $C_{фк}$ в слое 0–10 см содержалось больше, чем в слое 10–20 см, при комбинированной и поверхностной обработке (на 22–36% соответственно). На вспашке и при применении прямого посева изменение количества $C_{фк}$ по изучаемым слоям было несущественным и не превышало 1,0–2,0%.

Содержание негидролизуемого остатка (НО) гумуса (независимо от способа обработки почвы и изучаемого слоя) оценивалось как низкое (<40%) [14]. При этом наименьшая существенная разность содержания НО при различных способах обработки почвы была существенной (2,78%) при уровне вероятности $p = 0,95$.

Таблица 1. Групповой и фракционный состав гумуса при различных способах обработки чернозема типичного при возделывании ячменя

Table 1. The group and fractional composition of humus in various methods of processing chernozem typical in the cultivation of barley

Показатели	Вспашка	Комбинированная обработка	Поверхностная обработка	Прямой посев
$C_{орг.}$, %	3,08 2,97	3,16 3,05	3,12 3,04	3,02 3,04
$C_{ГК}$	51,3 50,3	45,0 48,1	47,9 54,6	50,9 51,2
$C_{ГК}$ свободных и связанных с подвижными полуторными R_2O_3	5,84 5,15	5,24 4,92	5,24 4,59	5,33 4,48
$C_{ГК}$ связанных с Ca^{2+}	36,1 37,6	29,3 34,1	32,0 41,2	37,1 38,8
$C_{ГК}$ связанных с устойчивыми R_2O_3	9,4 7,5	10,5 9,1	10,7 8,8	8,5 7,9
$C_{фк}$	17,1 16,9	20,9 16,1	22,8 14,6	15,0 15,7
Негидролизуемый остаток	31,62 32,88	34,04 35,75	29,26 30,84	34,06 33,13
$C_{ГК}:C_{фк}$	3,01 2,98	2,15 2,98	2,11 3,76	3,38 3,25
Относительная подвижность гумусовых веществ	0,37 0,35	0,41 0,34	0,35 0,27	0,31 0,31

Примечание: над чертой — в слое 0–10 см, под чертой — в слое 10–20 см.

Так, наибольшее количество НО в слое 0–20 см было установлено при комбинированной обработке (34,90%), и в зависимости от обработки почвы его содержание снижалось в ряду: прямой посев (33,59%) → вспашка (32,25%) → поверхностная обработка (30,05%).

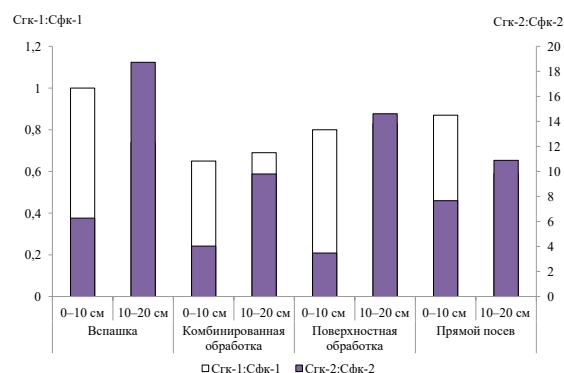
В черноземе типичном (независимо от способа обработки и изучаемого слоя) тип гумуса характеризовался как гуматный ($C_{ГК}:C_{фк} > 2$) [14].

Выявлено расширение соотношения $C_{ГК}:C_{фк}$ при комбинированной и поверхностной обработке почвы в слое 10–20 см (по сравнению со слоем 0–10 см) в 1,4–1,8 раза. Такое изменение соотношения $C_{ГК}:C_{фк}$ обусловлено ростом гуминовых кислот при минимизации обработки почвы. При вспашке и прямом посеве отмечается тенденция к снижению соотношения $C_{ГК}:C_{фк}$ с глубиной изучаемого слоя (на 1–4%), что говорит о незначительных изменениях в содержании ГК.

Рассматривая изменения интенсивности процесса новообразования гуминовых кислот по соотношению $C_{ГК}:C_{фк}$ в зависимости от глубины изучаемого слоя и способа обработки почвы (рис. 2), была выявлена активизация данного процесса при применении комбинированной и поверхностной обработки в слое 10–20 см (на 4–6%) по сравнению с верхним слоем. При вспашке

Рис. 2. Влияние способа обработки почвы на показатели гумификации органического вещества

Fig. 2. The influence of the method of tillage on the indicators of humification of organic matter



и прямом посеве интенсивность процесса новообразования гуминовых кислот, свободных и связанных с подвижными полутвердыми R_2O_3 , снижалась с глубиной изучаемого слоя (на 26–32%).

Анализ «второго этапа» процесса гумификации по соотношению $C_{гк}-2:C_{фк}-2$ показал его активизацию в слое 10–20 см (по сравнению со слоем 0–10 см) при всех способах обработки почвы (в 1,4–4,2 раза). Это обусловлено усилением процесса полимеризации гумусовых структур, которые и характеризуют данное соотношение. При этом в почве под вспашкой оптическая плотность ГК-2 ($E_{C_{гк}}$ мг/мл) была наибольшей — 0,35–0,37, а при минимизации обработки почвы — 0,21–0,24.

Показатель относительной подвижности гумусовых веществ (Пг) в слое 0–10 см был выше, чем в слое 10–20 см, при применении комбинированной и поверхностной обработки (на 17–23%). На вспашке отмечается лишь небольшая тенденция (5%), а при прямом посеве изменение данного показателя по слоям не различалось. Это свидетельствует о более быстром переходе гуминовых кислот первой фракции во вторую при комбинированной и поверхностной обработке.

Степень гумификации органического вещества с учетом оптической плотности гуминовых кислот (независимо от способа обработки почвы и изучаемого слоя) оценивалась как очень высокая (>4,5). Вместе с этим отмечается снижение степени гумификации с глубиной изучаемого слоя — на 7–11%. При применении вспашки в слое 0–20 см данный показатель гумусного состояния в среднем был выше (в 1,6–1,8 раза) по сравнению с минимизацией обработки почвы.

Выводы/Conclusion

Таким образом, независимо от способа обработки и изучаемого слоя почвы в черноземе типичном были установлены: преобладание группы гуминовых кислот (ГК — 45–55% от $C_{орг.}$); высокая доля гуминовых кислот, связанных с кальцием (ГК-2 — 29–41% от $C_{орг.}$); низкое содержание негидролизуемого остатка (НО — 29–36% от $C_{орг.}$); гуматный тип гумуса ($C_{гк}:C_{фк} > 2$); очень высокая степень гумификации органического вещества (>4,5). С увеличением глубины пахотного слоя (независимо от способа обработки почвы) отмечается рост $C_{гк}$, $C_{гк}-2$, а также снижение $C_{гк}-1$, $C_{гк}-3$ и $C_{фк}$.

Установлено, что интенсивность процесса новообразования гуминовых кислот по соотношению $C_{гк}-1:C_{фк}-1$ определялась глубиной изучаемого слоя и способом обработки.

Анализ «второго этапа» процесса гумификации по соотношению $C_{гк}-2:C_{фк}-2$ (независимо от способа обработки) показал его активизацию в слое 10–20 см по сравнению со слоем 0–10 см, что было, вероятно, обусловлено усилением процесса полимеризации гумусовых структур, которые и характеризуют данное соотношение. При этом степень гумификации органического вещества с учетом оптической плотности гуминовых кислот (независимо от способа обработки почвы и изучаемого слоя) оценивалась как очень высокая (>4,5), что говорит о степени превращения органических остатков в гумусовые вещества и процессе «химического созревания» и формировании таковых.

Все авторы несут ответственность за работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в работу. Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы объявили об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors made an equal contribution to the work.

The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.

The authors declare no conflict of interest.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Материалы подготовлены при поддержке Минобрнауки РФ в рамках государственного задания Федерального государственного бюджетного научного учреждения Курского федерального аграрного научного центра (тема № FGZU-2019-0002).

FUNDING

The materials were prepared with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the state assignment of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the Kursk Federal Agrarian Scientific Center (topic No. FGZU-2019-0002).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мокриков Г.В., Минникова Т.В., Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Изменение содержания и состава органического вещества черноземов Приазовья при использовании технологии прямого посева. *Агрохимия*. 2020; (1): 18–24. <https://doi.org/10.31857/S0002188120010093>
2. Байбеков Р.Ф. Природоподобные технологии — основа стабильного развития земледелия. *Земледелие*. 2018; (2): 5–8. <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10201>
3. Martinez I. et al. Two decades of no-till in the Oberacker long-term field experiment: Part I. Crop yield, soil organic carbon and nutrient distribution in the soil profile. *Soil and Tillage Research*. 2016; 163: 141–145. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.05.021>
4. Дедов А.А., Несмеянова М.А., Дедов А.В. Влияние приемов биологизации земледелия и способов обработки почвы на содержание органического вещества в черноземе типичном и продуктивность севооборотов. *Агрохимия*. 2017; (9): 25–32. <https://doi.org/10.7868/S0002188117090022>
5. Шарков И.Н., Самохвалова Л.М., Мишина П.В. Изменение органического вещества чернозема выщелоченного при минимизации обработки в лесостепи Западной Сибири. *Почвоведение*. 2016; 49(7): 824–830. <https://doi.org/10.7868/S0032180X16070091>
6. Soane B.D., Ball B.C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research*. 2012; 118: 66–87. <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.10.015>
7. Huang G.B. et al. Effects of Stubble Management on Soil Fertility and Crop Yield of Rainfed Area in Western Loess Plateau, China. *Applied and Environmental Soil Science*. 2012; 2012: 256312. <https://doi.org/10.1155/2012/256312>
8. Гамзиков Г.П., Сулейменов С.З. Азотминерализующая способность серой лесной почвы Новосибирского Приобья при компостировании и паровании растительных остатков. *Почвоведение*. 2021; (5): 582–591. <https://doi.org/10.31857/S0032180X21050087>

REFERENCES

1. Mokrikov G.V., Vinnikova T.V., Myasnikova M.A., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Changes in the content and composition of organic matter of chernozems of the Azov region with the use of direct seeding technology. *Agrokhimiya*. 2020; (1): 18–24 (In Russian). <https://doi.org/10.31857/S0002188120010093>
2. Baibekov R.F. Nature-like technologies is the basis for sustainable development of agriculture. *Zemledelie*. 2018; (2): 5–8 (In Russian). <https://doi.org/10.24411/0044-3913-2018-10201>
3. Martinez I. et al. Two decades of no-till in the Oberacker long-term field experiment: Part I. Crop yield, soil organic carbon and nutrient distribution in the soil profile. *Soil and Tillage Research*. 2016; 163: 141–145. <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.05.021>
4. Dedov A.A., Nesmeyanova M.A., Dedov A.V. Impact of biologization practices in agriculture and soil tillage on soil organic matter content and productivity of crop rotations in typical chernozem. *Agrokhimiya*. 2017; (9): 25–32 (In Russian). <https://doi.org/10.7868/S0002188117090022>
5. Sharkov I.N., Samokhvalova L.M., Mishina P.V. Transformation of soil organic matter in leached chernozems under minimized treatment in the forest-steppe of West Siberia. *Eurasian Soil Science*. 2016; 49(7): 824–830. <https://doi.org/10.1134/S1064229316070097>
6. Soane B.D., Ball B.C., Arvidsson J., Basch G., Moreno F., Roger-Estrade J. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research*. 2012; 118: 66–87. <https://doi.org/10.1016/j.still.2011.10.015>
7. Huang G.B. et al. Effects of Stubble Management on Soil Fertility and Crop Yield of Rainfed Area in Western Loess Plateau, China. *Applied and Environmental Soil Science*. 2012; 2012: 256312. <https://doi.org/10.1155/2012/256312>
8. Gamzikov G.P., Suleimenov S.Z. Nitrogen Mineralization Capacity of Gray Forest Soil of the Novosibirsk Ob River Region during Composting and Fallowing of Plant Residues. *Eurasian Soil Science*. 2021; 54(5): 729–737. <https://doi.org/10.1134/S1064229321050082>

9. Jha P., Hati K.M., Dalal R.C., Dang Y.P., Kopittke P.M., Menzies N.W. Soil carbon and nitrogen dynamics in a Vertisol following 50 years of no-tillage, crop stubble retention and nitrogen fertilization. *Geoderma*. 2020; 358: 113996. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113996>

10. Шарков И.Н., Самохвалова Л.М., Мишина П.В., Шепелев А.Г. Влияние пожнивных остатков на состав органического вещества чернозема выщелоченного в лесостепи Западной Сибири. *Почвоведение*. 2014; (4): 473–479. <https://doi.org/10.7868/S0032180X1404008X>

11. Медведева А.М., Бирюкова О.А., Ильченко Я.И., Кучеренко А.В., Кучменко Е.В. Содержание и запас гумуса в черноземе обыкновенном при использовании различных систем основной обработки. *Успехи современного естествознания*. 2018; (1): 29–34. <https://www.elibrary.ru/yodeka>

12. Saviozzi A., Vanni G., Cardelli R. Carbon mineralization kinetics in soils under urban environment. *Applied Soil Ecology*. 2014; 73: 64–69. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.08.007>

13. Blair G.J., Lefroy R.D.B., Lisle L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1995; 46(7): 1459–1466. <https://doi.org/10.1071/AR9951459>

14. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов. *Почвоведение*. 2004; (8): 918–926. <https://www.elibrary.ru/owplcp>

9. Jha P., Hati K.M., Dalal R.C., Dang Y.P., Kopittke P.M., Menzies N.W. Soil carbon and nitrogen dynamics in a Vertisol following 50 years of no-tillage, crop stubble retention and nitrogen fertilization. *Geoderma*. 2020; 358: 113996. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.113996>

10. Sharkov I.N., Samokhvalova L.M., Mishina P.V., Shepelev A.G. Effect of crop residues on the organic matter composition of a leached chernozem in the Western Siberian forest-steppe. *Eurasian Soil Science*. 2014; 47(4): 304–309. <https://doi.org/10.1134/S1064229314040085>

11. Medvedeva A.M., Biryukova O.A., Ilchenko Ya.I., Kucherenko A.V., Kuchmenko E.V. The content and stock of humus in ordinary chernozem when using various basic processing systems. *The successes of modern natural science*. 2018; (1): 29–34 (In Russian). <https://www.elibrary.ru/yodeka>

12. Saviozzi A., Vanni G., Cardelli R. Carbon mineralization kinetics in soils under urban environment. *Applied Soil Ecology*. 2014; 73: 64–69. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.08.007>

13. Blair G.J., Lefroy R.D.B., Lisle L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1995; 46(7): 1459–1466. <https://doi.org/10.1071/AR9951459>

14. Orlov D.S., Biryukova O.N., Rozanova M.S. Revised system of the humus status parameters of soils and their genetic horizons. *Eurasian Soil Science*. 2004; 37(8): 798–805. <https://www.elibrary.ru/likcoj>

ОБ АВТОРАХ

Елена Валентиновна Дубовик

доктор биологических наук
dubovikev@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5999-9718>

Дмитрий Вячеславович Дубовик

доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН
dubovikdm@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1585-6990>

Курский федеральный аграрный научный центр,
ул. Карла Маркса, 70Б, Курск, 305021, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Elena Valentinovna Dubovik

Doctor of Biological Sciences
dubovikev@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-5999-9718>

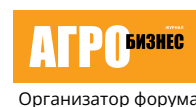
Dmitry Vyacheslavovich Dubovik

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences
dubovikdm@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-1585-6990>

Federal Agricultural Kursk Research Center,
70B Karl Marx Str., Kursk, 305021, Russia



VIII СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ ФОРУМ ЗЕРНО РОССИИ — 2024 21–22 ФЕВРАЛЯ 2024 г. / СОЧИ



ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ

- Экспорт зерна и продуктов его переработки
- Качество зерна. Технологии улучшения и повышения урожайности
- Развитие транспортной инфраструктуры — условия и тарифы
- Инфраструктура зернового комплекса — строительство элеваторов, портов
- Круглый стол «Органическое земледелие и выращивание зерновых»
- Обзор российского зернового рынка
- Новые технологии в системе выращивания зерновых
- Сельхозтехника для посева и уборки зерновых
- Проблемы и пути реализации зерна

АУДИТОРИЯ ФОРУМА

Руководители ведущих агрохолдингов и сельхозорганизаций, производители зерна, предприятия по переработке и хранению зерна, операторы рынка зерна, трейдеры, ведущие эксперты зернового рынка, финансовые, инвестиционные компании и банки.

По вопросам выступления и спонсорства:
+7 (988) 248-47-17

По вопросам делегатского участия:
+7 (909) 450-36-10
+7 (960) 476-53-39

events@agbz.ru

Регистрация на сайте:
events.agbz.ru



Реклама ИП Кочергин Е.В., ИНН 23129538982, ОГРН ИТ 3122312000019