

Влияние длительного антропогенного воздействия на содержание и состав органического вещества чернозема выщелоченного в лесостепи Приобья

И. Н. ШАРКОВ, А. А. ДАНИЛОВА

Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства Россельхозакадемии
630501, Новосибирская обл., пос. Краснообск, а/я 356
E-mail: humus3@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Исследовано влияние 20-летнего применения удобрений и приемов зяблевой обработки (вспашка, безотвальная, “нулевая”) на содержание и состав органического вещества почвы. Приемы обработки не оказали существенного влияния на содержание в целом в слое почвы 0–30 см общего углерода, подвижного гумуса и мортмассы. Однако между обработками в этом слое зарегистрированы существенные различия в распределении углерода мортмассы и подвижного гумуса, что обусловлено особенностями заделки растительных остатков в почву.

Ключевые слова: углерод общий, углерод подвижный, мортмасса, чернозем выщелоченный, “нулевая” обработка.

Механическая обработка и применение удобрений принадлежат к числу основных антропогенных воздействий на почву, оказывающих разнообразное влияние на ее свойства и происходящие в ней процессы. Влияние этих воздействий на содержание и состав органического вещества почвы может осуществляться за счет различных количеств образующихся в агрофитоценозе растительных остатков и их перераспределения в верхнем слое, а также вследствие изменения интенсивности процессов минерализации и гумификации, эрозии и дефляции. Как показывают многочисленные исследования [1–4], результирующая этого влияния обычно находится в положительной области (т. е. содержание углерода в почве увеличивается), если применяемые удобрения и приемы обработки способствуют повышению урожайности культур и (или) предотвращению эрозионных

процессов. Наиболее отчетливо эта закономерность проявляется в исследованиях различных вариантов безотвальных и минимальных обработок почвы [5, 6]. На полях, где эрозия отсутствует или она минимальна, различия в содержании органического вещества между разными фонами обработки определяются в основном “биологическими” причинами – количеством поступающих в почву растительных остатков и интенсивностью процессов их минерализации и гумификации.

В полевых севооборотах Сибири, обычно удаленных от животноводческих ферм и ориентированных на производство зерна, растительные остатки являются, как правило, единственным источником пополнения запасов органического вещества в почве. В какой степени эти запасы могут изменяться под влиянием длительного применения различных приемов обработки почвы и удобрений?

Знание ответа на этот вопрос важно, в частности, для понимания возможных изменений в агрофизических свойствах почвы и ее азот-минерализующей способности, во многом зависящих от содержания и состава почвенного органического вещества. При этом особый интерес представляют способы использования почвы, при которых удобрения применяются на фонах минимальной и “нулевой” обработок – приемов, способствующих максимальному накоплению органического вещества в почве.

Задача исследования – оценка изменений содержания и состава органического вещества почвы, произошедших после двух десятилетий применения разных приемов зяблевой обработки почвы и удобрений в зернопаровом севообороте (первые 16 лет: пар – пшеница – пшеница – овес – пшеница, следующие 4 года: пар – озимая рожь – пшеница – пшеница).

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Опыт заложен в центральной лесостепи Приобья (30 км от г. Новосибирска). Годовое количество осадков составляет примерно 400 мм, сумма температур воздуха выше 10 °С – около 1800 °С при средней продолжительности периода 120 дней.

Почва – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, использовавшийся до закладки опыта многие десятки лет в зерновых агроценозах. Содержание гумуса в пахотном слое составляет примерно 5 %, почва средне обеспечена подвижными соединениями фосфора и повышено – обменного калия, имеет нейтральную реакцию среды.

Изучали 3 приема зяблевой обработки почвы: вспашка (плугом под пар на глубину 25–27 см, под зерновые – на 20–22 см), безотвальная обработка (стойками СибИМЭ под пар на глубину 25–27 см, под зерновые – на 20–22 см) и “нулевая” (без зяблевой обработки). Сорняки в паровом поле в течение вегетационного периода на фонах вспашки и безотвальной обработки уничтожали четырьмя культивациями на глубину 8–10 см, на “нулевом” фоне – культивациями, либо двумя обработками гербицидами сплошного действия. Предпосевная культивация при всех

приемах обработки проводилась одинаково – на глубину 6–8 см.

Зерновые культуры на этих фонах обработки возделывали по экс- и интенсивной технологиям. Экстенсивная технология представляла собой варианты опыта без внесения удобрений с обработкой посевов в фазу кущения гербицидами только против двудольных сорняков, интенсивная – предусматривала применение удобрений в среднегодовой дозе в севообороте $N_{35}P_{25}$, а также гербицидов против двудольных и злаковых сорняков, фунгицидов и инсектицидов. В процессе уборки урожая солому измельчали и рассеивали по полю. В дальнейшем, чтобы подчеркнуть основное различие между вариантами использования почвы, экстенсивная технология называется “без удобрений”, интенсивная – “с удобрениями”. Повторность в полевом опыте четырехкратная.

Почвенные образцы отбирали на каждой делянке вариантов опыта из слоев 0–10, 10–20 и 20–30 см. Для этого буром Измаильского в 5–7 точках делянки брали пробы и из них приготавливали один смешанный образец. В почвенных образцах в 2-кратной повторности определяли общий углерод, углерод мортмассы и подвижного гумуса. Непосредственное определение углерода в пробах выполняли по методу Тюрина в модификации Никитина [7]. При определении общего углерода мелкие растительные остатки из почвы не удаляли (обычно это делается с помощью эбонитовой палочки). Показано [8, 9], что данный прием практически не сказывается на результатах определения углерода гумуса в старопахотных почвах, поэтому в статье в количественном отношении понятия “общий углерод почвы” и “углерод гумуса” тождественны.

Мортмассу (свежие и полуразложившиеся растительные остатки) отделяли от почвы с помощью сита с диаметром ячейки 0,25 мм. Для этого навеску почвы 50 г заливали в колбе водой, настаивали 30 мин и после энергичного перемешивания переносили на сито. Почву на сите отмывали с помощью промывалки до получения чистой воды. Затем остаток с сита переносили в химический стакан, заливали водой, взбалтывали и всплывшую часть мортмассы переносили вновь на сито.

Так делали до полного перенесения мортмасы из стакана на сито. Затем ее высушивали при температуре 60 °С, измельчали и определяли содержание углерода.

Подвижный гумус экстрагировали из почвы непосредственно с помощью вытяжки 0,1 н. NaOH при суточном настаивании в условиях комнатной температуры [10].

Азотминерализующую способность почвы определяли по накоплению нитратного азота при инкубировании почвенных образцов при комнатной температуре и влажности почвы 60 % ПВ.

Статистическая обработка результатов исследований выполнена с помощью пакета прикладных программ “Снедекор” [11].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Длительное применение различных приемов зяблевой обработки не оказало существенного влияния на содержание общего углерода как в отдельных слоях, так и в целом в слое почвы 0–30 см (рис. 1). При этом на всех фонах обработки отчетливо прослеживается тенденция снижения концентрации углерода в почве в слое 20–30 см по сравнению со слоем 0–10 см. Более всего это снижение выражено при безотвальной и “нулевой” обработках – на 16 и 20 % соответственно, значительно меньше при вспашке – на 8 %.

Содержание подвижного гумуса в целом в слое почвы 0–30 см по вариантам обработки было примерно одинаковое. Закономерности в распределении этой фракции органического вещества по слоям аналогичны общему углероду. Разница заключается в более резком снижении содержания подвижного гумуса в слое 20–30 см по сравнению со слоем 0–10 см. На фоне вспашки это снижение составляло 22 %, на вариантах безотвальной и “нулевой” обработок – 40 и 43 % соответственно.

Основная причина такого распределения подвижного гумуса по слоям кроется в особенностях поступления растительных остатков в почву при разных приемах обработки. Известно [12, 13], что при безотвальных обработках растительные остатки в значительно большей степени, чем при вспашке, концентрируются в слое 0–10 см. Результаты

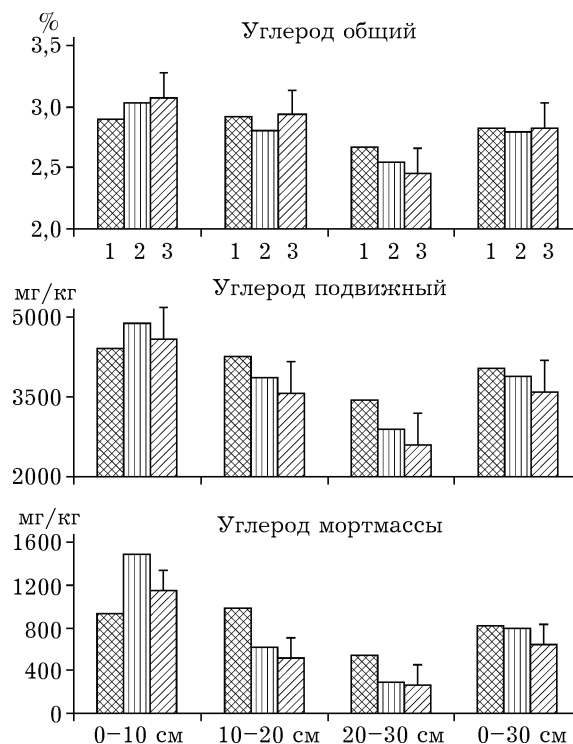


Рис. 1. Содержание углерода в слоях почвы после 20 лет применения разных способов зяблевой обработки (средние данные по четырем полям севооборота).

1 – вспашка, 2 – безотвальная обработка, 3 – “нулевая” обработка. Отрезком обозначена НСР₀₅

настоящего исследования свидетельствуют о том, что при вспашке слои 0–10 и 10–20 см одинаково обогащены мортмассой, и существенное снижение ее содержания наблюдалось только в слое 20–30 см (см. рис. 1). При безотвальной и “нулевой” обработках резкое уменьшение содержания мортмассы в почве зарегистрировано уже в слое 10–20 см. По отношению к слою 0–10 см содержание углерода мортмассы на вспашке, безотвальной и “нулевой” обработках соответственно составляло: в слое 10–20 см – 106, 41 и 45 %, в слое 20–30 см – 59, 20 и 23 %.

Если содержание мортмассы в почве на варианте вспашки принять за 100 %, то при безотвальной обработке доля углерода этой фракции будет составлять, %: в слое 0–10 см – 160, 10–20 см – 62, 20–30 см – 53.

По отношению к общему углероду почвы доля углерода мортмассы по вариантам опыта изменялась в пределах 2,3–2,9 %, подвижного гумуса – 12,7–14,3 %.

Примерно одинаковое количество общего углерода и углерода фракций органического вещества в слое почвы 0–30 см по вариантам обработки объясняется, по-видимому, близкими величинами поступления растительных остатков в почву на этих фонах. Об этом свидетельствуют результаты урожайности культур в данном опыте [14]: на вариантах вспашки и безотвальной обработки урожая зерна существенно не различались, причем как на неудобренных, так и на удобренных фонах были примерно на 0,25 т/га выше в сравнении с вариантом “нулевой” обработки. При этом абсолютная урожайность зерновых изменялась в зависимости от способа обработки на неудобренных вариантах опыта в пределах 1,9–2,1, удобренных – 3,0–3,3 т/га.

Под влиянием длительного применения удобрений в слое почвы 0–30 см на большей части вариантов опыта зафиксировано достоверное повышение содержания углерода мортмассы и подвижного гумуса (рис. 2). В среднем по фактору “удобренность” это увеличение составило для мортмассы около 11, подвижного гумуса – 9 %. При этом содержание общего углерода в почве под влиянием удобрений не изменилось.

Казалось бы, за счет большего количества растительных остатков на удобренных вариантах содержание углерода в почве должно несколько возрасти. Однако простые расчеты показывают, что существующими методами зарегистрировать повышение гумусированности почвы на удобренных вариантах даже спустя 20 лет сложно. Как уже отмечалось, максимальное различие в урожайности зерновых культур между удобренными и неудобренными вариантами опыта составляло примерно 1,5 т/га. Если принять, что в слое 0–30 см находится около 50 % корневой массы зерновых, то в соответствии с уравнениями регрессии [15], описывающими связь между урожайностью зерна и количеством растительных остатков, получается, что на удобренных фонах в среднем за год в почву поступало примерно на 3 т/га растительного вещества (1,2 т/га углерода) больше, чем на неудобренных вариантах. Такое превышение поступления растительных остатков при коэффициенте их гумификации 15 % должно за 20 лет дать прирост углерода в почве 3,6 т/га, что по отношению к мас-

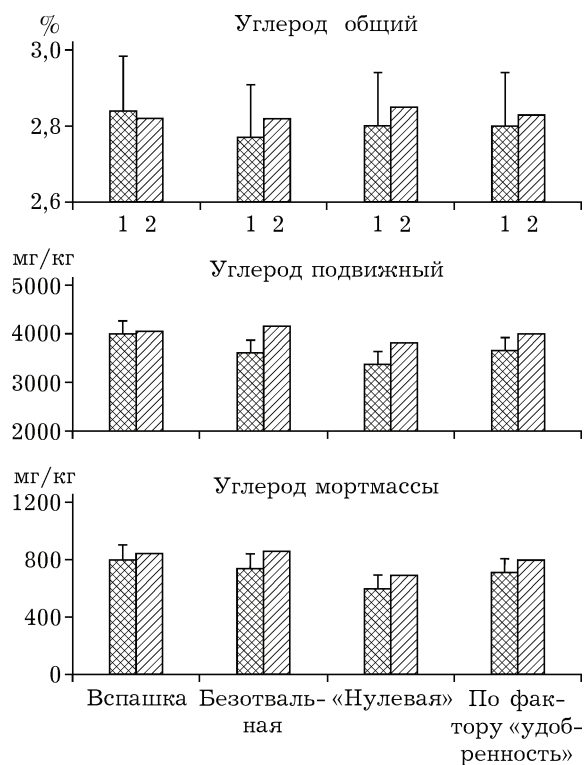


Рис. 2. Содержание углерода в слое почвы 0–30 см после 20 лет применения удобрений на разных фонах зяблевой обработки (средние данные по четырем полям севооборота). 1 – без удобрений, 2 – при средней норме в севообороте $N_{35}P_{25}$

се слоя почвы 0–30 см (3000 т/га) составляет всего лишь 0,12 % С, или 4 % (относительных) от содержания углерода в этом слое.

В действительности прирост углерода в почве на удобренных вариантах опыта будет еще меньше, поскольку в данном расчете не учитывалось, что образовавшийся гумус также подвергался минерализации, т. е. фактически коэффициент гумификации должен быть меньше принятого. Например, Кононовой и Александровой [16] показано, что при разложении растительных остатков в течение 27 лет выход гумусовых веществ составил всего лишь 2–3 % от исходной растительной массы.

Поскольку в рассматриваемом стационарном опыте эрозионные потери почвы отсутствовали, можно заключить, что вклад “биологической” составляющей в накопление гумуса в черноземах вследствие интенсификации зерновых технологий не столь велик, чтобы значительно изменить в почве валовое содержание углерода. Основная причина

Изменение содержания гумуса в черноземных почвах длительных полевых опытов при минимизации обработки

Слой почвы, см	Всего вариантов опытов	Продолжительность опытов, лет		Абсолютное увеличение содержания гумуса в почвах при безотвальных и “нулевых” обработках по отношению к вспашке, % С		Источники
		средняя	lim	среднее	lim*	
0–5	12	15	6–27	0,54	0,14–0,93	[5, 18–40]
0–10	30	15	6–28	0,12	–0,10–0,30	
0–25	40	15	6–27	0,09	–0,07–0,25	

* В таблицах 1 и 2, чтобы исключить случайные минимальные и максимальные значения, в соответствии с законом нормального распределения выбран основной массив данных, включающий 75–80 % экспериментальных результатов.

кроется, по-видимому, в слабой способности почв агроценозов прочно закреплять свежесформированные гумусовые вещества, предохраняя их таким образом от разложения микроорганизмами. Например, показано [17], что прирост углерода в черноземе выщелоченном при ежегодном внесении меченой ^{14}C пшеничной соломы в дозе 3 т/га прекращался уже спустя 4 года, когда содержание углерода в почве увеличилось всего лишь на 0,08 %. Очевидно, что накопившиеся в почве за этот период от внесения соломы органические соединения, будучи относительно легкодоступными микроорганизмам, за счет усиления минерализационных процессов приводили систему “приход – расход углерода в почве” в равновесное состояние.

Сравнительно небольшой вклад “биологической” составляющей в накопление гумуса при минимизации обработки почвы позволяет предположить, что иногда наблюдаемые значительные различия в содержании органического вещества между почвами, длительное время подвергавшимися неодинаковым механическим воздействиям, обуславливается в основном разной интенсивностью эрозионных процессов.

Проведенное нами обобщение результатов, полученных другими исследователями в длительных полевых опытах, также свидетельствует о весьма слабом изменении содержания гумуса в почвах под влиянием приемов обработки почвы и применения удобрений. Сокращение механического воздействия на почву и применение оптимальных (или

близких к оптимальным) доз удобрений увеличивает содержание гумуса всего лишь на 0,1–0,2 % С от массы почвы (табл. 1 и 2). Исключение составляет слой почвы 0–5 см, в который при применении безотвальной обработки поступает основная масса растительных остатков, что обеспечивает увеличение в нем содержания гумуса в сравнении с вариантом вспашки на 0,54 % С. В слое же 0–10 см это превышение составляет только 0,12, а в 0–25 см – 0,09 % С.

Различное распределение растительных остатков в верхних слоях почвы под влиянием приемов обработки со временем должно сказаться на емкости биологического круговорота в них углерода и азота. Чем эта емкость выше, тем больше должна быть потенциальная способность почвы к накоплению минеральных соединений азота. Это нашло подтверждение при определении азотминерализующей способности в образцах почвы, отобранных с наиболее контрастных вариантов опыта – вспашки и “нулевой” обработки (табл. 3). Почва из слоя 0–10 см варианта “нулевой” обработки продуцировала нитратного азота значительно больше, чем соответствующий слой почвы с варианта вспашки. В слое 10–20 см различий по этому показателю не обнаружено, а в слое 20–30 см, напротив, почва с варианта вспашки накапливала нитратного азота существенно больше в сравнении с “нулевым” фоном обработки. В целом же для слоя 0–30 см продуцирование нитратного азота по этим крайним вариантам обработки было примерно одинаковым.

Изменение содержания гумуса в почвах длительных полевых опытов под влиянием удобрений

Почвы	Вариант опытов	Всего вариантов в опытах	Продолжительность опытов, лет		Среднегодовая доза N (кг/га) или навоза (в скобках, т/га)	Увеличение содержания гумуса в почве в сравнении с неудобрявшимися фонами, % С		Источники
			средняя	lim		среднее	lim*	
Дерново-подзолистые и серые лесные	НРК	19	21	12–56	10–40	0,03	–0,23–0,15	[1, 41–52]
	НРК	13	23	12–36	> 40	0,16	0–0,30	
	Навоз	20	24	12–56	(10)	0,17	–0,12–0,46	
	Навоз + НПК	19	18	6–37	34 (6)	0,21	0,10–0,30	
Черноземные	НРК	8	18	6–23	10–40	0,11	–0,05–0,27	[20, 28, 43, 53–67]
	НРК	18	24	10–54	> 40	0,09	0–0,18	
	Навоз	13	25	10–54	(12)	0,17	0,05–0,30	
	Навоз + НПК	19	22	10–54	40 (6)	0,15	0,03–0,26	

Т а б л и ц а 3

Накопление N–NO₃ в пробах почвы, отобранных с делянок полевого опыта после 20 лет применения разных приемов обработки, мг/кг за 60 сут

Слой почвы, см	Зяблевая обработка почвы	
	Вспашка	“Нулевая”
0–10	30	43
10–20	26	24
20–30	21	16
0–30	26	28
НСР ₀₅ (для частных средних)		3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Длительное применение разных приемов зяблевой обработки чернозема выщелоченного (вспашка, безотвальная, “нулевая”) не оказало существенного влияния на содержание в целом в слое почвы 0–30 см общего углерода, подвижного гумуса и мортмассы. Между этими фонами обработки зарегистрированы существенные различия в перераспределении углерода в этом слое, обусловленные особенностями поступления в почву растительных остатков. При вспашке растительная масса распределяется в почве срав-

нительно равномерно, при приемах, не предполагающих перемешивания почвы, – в большей степени концентрируется в приповерхностном слое. Дифференциация верхнего слоя почвы была наиболее выраженной по содержанию мортмассы и подвижного гумуса, наименее – по общему углероду. По отношению к соответствующему слою вспашки при безотвальной обработке доля углерода мортмассы составляла, %: в слое 0–10 см – 160, 10–20 см – 62, 20–30 см – 53.

Длительное применение удобрений, повысившее урожайность зерновых в среднем по севообороту примерно на 1,5 т/га, позволило за счет дополнительного поступления в почву растительных остатков увеличить содержание мортмассы и подвижного гумуса в слое почвы 0–30 см примерно на 10 %. При этом существенных изменений в содержании общего углерода почвы под влиянием удобрений не обнаружено.

После 20 лет использования почва из слоя 0–10 см варианта “нулевой” обработки отличалась значительно большей (примерно на 40 %) азотминерализующей способностью в сравнении с вариантом вспашки. Однако за счет снижения этого показателя в слоях 10–20 и 20–30 см различия в потенциальной ми-

нерализации почвенного азота в целом для слоя 0–30 см между вариантами вспашки и “нулевой” обработки полностью нивелировались.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веденин О. Л., Ксенофонтова В. А. Динамика содержания гумуса в почвах Ленинградской области // Почвоведение. 1982. № 1. С. 44–47.
2. Стулин А. Ф., Золотарева Б. Н. Влияние 20-летнего интенсивного применения удобрений на агрохимические свойства чернозема // Агрохимия. 1988. № 7. С. 31–38.
3. Храмов И. Ф., Воронкова Н. А. Эффективность минеральных и органических удобрений на черноземных почвах Западной Сибири // Сиб. вестн. с.-х. науки. 2005. № 3. С. 3–9.
4. Шевцова Л. К., Сидорина С. И., Володарская И. В. Гумусное состояние черноземных почв при длительном применении удобрений // Агрохимия. 1989. № 12. С. 41–47.
5. Витер А. Ф., Новичихин А. М. Изменение плодородия обыкновенного чернозема ЦЧЗ под влиянием приемов основной обработки // Вестник с.-х. науки. 1984. № 1. С. 77–84.
6. Шикула Н. К., Назаренко Г. В., Балаев А. Д., Капштык М. В. Влияние длительной бесплужной обработки на содержание и качество гумуса // Земледелие. 1987. № 4. С. 24–27.
7. Никитин Б. А. Уточнения к методике определения гумуса в почве // Агрохимия. 1983. № 8. С. 101–105.
8. Найдено Г. И., Булгакова И. Н. К вопросу определения содержания гумуса в почвах модифицированным методом Тюрина // Почвоведение и агрохимия. 1978. № 14. С. 21–22.
9. Самохвалов С. Г., Прижукова В. Г., Приваленкова С. Я. Диагностика азотного питания растений по содержанию гумуса в почвах и методика его массового определения // Оперативная диагностика минерального питания сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1984. С. 74–87.
10. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Гумус и почвообразование. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. 222 с.
11. Сорокин О. Д. Прикладная статистика на компьютере. Новосибирск: ГУП РПО СО РАСХН, 2004. 162 с.
12. Горбачева А. Е., Лапко П. Г., Дзюбинский Н. Ф., Бей А. А., Усатенко Ю. И. Продуктивность полевых культур и плодородие почв при длительном применении безотвальной обработки в севообороте // Вестник с.-х. науки. 1985. № 10. С. 66–70.
13. Олифер В. А. Накопление органического вещества в полях севооборотов и изменение его при удобрении // Сиб. вестник с.-х. науки. 1988. № 3. С. 3–7.
14. Власенко А. Н. Научные основы минимализации систем основной обработки почвы в лесостепи Западной Сибири. Новосибирск, 1994. 76 с.
15. Левин Ф. И. Количество растительных остатков в посевах полевых культур и его определение по урожаю основной продукции // Агрохимия. 1977. № 8. С. 36–42.
16. Кононова М. М., Александрова И. В. Процессы гумусообразования как звено круговорота углерода в почве: труды X Междунар. конгр. почвоведов. М.: Наука, 1974. Т. II. С. 81–87.
17. Шарков И. Н., Иодко С. Л. Влияние ежегодного поступления растительных остатков на накопление органического вещества в почве (опыты с ^{14}C) // Почвоведение. 1996. № 9. С. 1073–1077.
18. Азизов З. М. Влияние систем удобрения и обработки почвы на плодородие чернозема южного и продуктивность сельскохозяйственных культур // Агрохимия. 2005. № 5. С. 34–45.
19. Акентьева Л. И., Чижова М. С. Изменение гумусообразования в черноземах при длительном применении плоскорезной обработки // Почвоведение. 1986. № 2. С. 69–74.
20. Глухих М. А., Собянин В. Б., Собянина О. Б., Мальцев Т. С. Идеи и научные исследования. Курган: Зауралье, 2005. 242 с.
21. Глушак Н. М., Щербак И. Е. Обработка почвы, гумус и урожай в южной лесостепи Украины // Почвоведение. 1984. № 8. С. 78–89.
22. Горбачева А. Е. Влияние длительного применения безотвальной обработки на содержание органического вещества в черноземах степной зоны УССР / Там же. 1983. № 10. С. 83–88.
23. Гордиенко В. П., Семенов А. В. Изменение содержания гумуса под влиянием длительной минимализации обработки в севообороте // Вестник с.-х. науки. 1988. № 8. С. 103–106.
24. Киришин В. И., Лебедева И. Н. Изменение содержания гумуса черноземов Сибири и Казахстана под влиянием сельскохозяйственного использования / Докл. ВАСХНИЛ. 1984. № 5. С. 4–7.
25. Лисунов В. В. Обработка почвы в Восточной Сибири. Красноярск, 2002. 273 с.
26. Моргун Ф. Т., Шикула Н. К., Тарарико А. Г. Почвозащитное земледелие. Киев: Урожай, 1988. 256 с.
27. Назырова Ф. И., Гарипов Т. Т. Влияние удобрений и обработки почвы на физико-химические свойства и гумусное состояние чернозема типичного // Агрохимия. 2005. № 5. С. 44–48.
28. Татошин И. Ф. Изменение условий плодородия при отвальной и плоскорезной обработке почвы и их влияние на урожайность яровой пшеницы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Омск, 1980. 16 с.
29. Холмов В. Г., Палецкая Г. Я. Изменение запасов гумуса и азота почвы в зависимости от технологии ее обработки в черноземной лесостепи Западной Сибири // Сиб. вестник с.-х. науки. 1988. № 6. С. 3–7.
30. Никифорова Л. И. Безотвальная обработка и гумусовое состояние эродированного чернозема // Земледелие. 1989. № 3. С. 27–29.
31. Angers D. A., N'dayegamiye A., Cote D. Tillage-induced differences in organic matter of particle – size fractions and microbial biomass // Soil Sci. Soc. Am. J. 1993. Vol. 57. P. 512–516.
32. Campbell C. A., Biederbeck V. G., Mc Conkey B. G., Curtin D., Zentner R. P. Soil quality – Effect of tillage and fallow frequency. Soil organic matter quality as influenced by tillage and fallow in a silt loam in southwestern Saskatchewan // Soil Biol Biochem. 1999. Vol. 31, N 1. P. 1–7.
33. Campbell C. A., Selles F., Lafond G. P., Zentner R. P. Adopting zero tillage management: Impact on soil C and N under long term crop rotations in a thin Black

- Chernozem // *Can. J. Soil Sci.* 2001. Vol. 81, N 2. P. 139–148.
34. Dao T. H. Tillage and crop residue effects on carbon dioxide evolution and carbon storage in a paleustoll // *Soil Sci. Soc. Am. J.* 1998. Vol. 62. P. 250–256.
35. Diaz-Zorita M., Grove J. H. Duration of tillage management affects carbon and phosphorus stratification in phosphatic Paleudalfs // *Soil Till Res.* 2002. Vol. 66, N 2. P. 165–174.
36. Franzluebbers A. J. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality // *Soil Till Res.* 2002. Vol. 66, N 2. P. 95–106.
37. Halvorson A. D., Peterson G. A., Reule C. A. Tillage system and crop rotation effects on dryland crop yields and soil carbon in the central Great Plains // *Agron. J.* 2002. Vol. 94, N 6. P. 1429–1436.
38. Lal R. Carbon sequestration in dryland ecosystems of West Asia and North Africa // *Land Degrad. Dev.* 2002. V. 13, N 1. P. 45–59.
39. Pikul J. L., Carpenter-Boggs L., Vigil M., Schumacher T. E. Crop yield and soil condition under ridge and chisel-plow tillage in the northern Corn Belt, USA // *Soil Till Res.* 2001. Vol. 60, N 1-2. P. 21–33.
40. Sainju U. M., Singh B. P., Whitehead W. F. Long-term effects of tillage, cover crops, and nitrogen fertilization on organic carbon and nitrogen concentrations in sandy loam soils in Georgia, USA // *Soil Till Res.* 2002. Vol. 63, N 3-4. P. 167–179.
41. Арнаутова Н. И. Влияние многолетнего внесения разных форм азотных удобрений на урожай культур в севообороте и свойства серой лесной почвы // Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. М.: Колос, 1980. С. 126–139.
42. Бугаев В. П., Осипова З. М. Свойства почв и состав растений при длительном применении навоза и минеральных удобрений // Там же. М.: Колос, 1968. С. 43–62.
43. Гамзиков Г. П., Кулагина М. Н. Изменение содержания гумуса в почвах в результате сельскохозяйственного использования: Обзорная информация / ВНИИТЭИагропром. М., 1992. 48 с.
44. Горшков П. А., Кравченко С. Н. Влияние длительного применения удобрений на агрохимические свойства и формы азота темно-серой лесной почвы // Влияние длительного применения удобрений на агрохимические свойства почв и качество растениеводческой продукции. Киев, 1978. С. 4–8.
45. Мазур Г. А., Ермолаев Н. Н. Некоторые особенности механизма гумусонакопления в дерново-подзолистой супесчаной почве в связи с известкованием и удобрением // *Почвоведение.* 1985. № 5. С. 43–49.
46. Калиновский А. В. Условия накопления и роль гумуса в повышении производительности дерново-подзолистых почв северо-восточной части Белоруссии // Сб. науч. трудов Белорус. с.-х. ин-та. 1981. № 77. С. 3–8.
47. Мальцев В. Т. Азотные удобрения в Приангарье. Новосибирск, 2001. 269 с.
48. Минеев В. Г., Гомонова Н. Ф., Овчинникова М. Ф. Улучшение гумусного состояния дерново-подзолистых почв после длительного применения минеральных удобрений // Докл. ВАСХНИЛ. 1988. № 11. С. 9–12.
49. Минеев В. Г., Шевцова Л. К. Влияние длительного применения удобрений на гумус почвы и урожай // *Агрохимия.* 1978. № 7. С. 134–141.
50. Трофимов С. С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. 299 с.
51. Цыцковская И. В. Баланс гумуса в дерново-подзолистой почве в зависимости от исследуемых систем удобрения и севооборотов // Сб. науч. тр. Белорус. с.-х. ин-та. 1981. № 77. С. 8–16.
52. Шевцова Л. К., Дробков Ю. А. Содержание гумуса в почвах Нечерноземья при длительном удобрении // *Почвоведение.* 1981. № 10. С. 113–119.
53. Дука В. И., Дука Л. В., Гутыря С. Т. Действие длительного систематического применения удобрений при интенсивном использовании земли на урожай культур, его качество и плодородие почвы в условиях Западной лесостепи УССР // Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. М.: Колос, 1978. С. 174–192.
54. Берзин А. М. Роль сидеральных паров в повышении продуктивности севооборотов и сохранении плодородия черноземов Средней Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. Новосибирск, 2003. 31 с.
55. Когут Б. М. Влияние длительного сельскохозяйственного использования на гумусное состояние чернозема // *Органическое вещество пахотных почв.* М., 1987. С. 118–126.
56. Крупкин П. И., Членова Т. И. Влияние систем удобрения на содержание гумуса и подвижных питательных веществ в черноземах лесостепи Центральной Сибири // Докл. ВАСХНИЛ. 1992. № 3. С. 12–17.
57. Кураков В. И., Никитаева Н. Н. Влияние длительного применения удобрений на плодородие мощного чернозема, урожай культур зерно-свекловичного севооборота и качество получаемой продукции // Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. М.: Агропромиздат, 1985. С. 98–110.
58. Лукьянчикова З. И. Содержание и состав гумуса в почвах при интенсивном земледелии // *Почвоведение.* 1980. № 6. С. 78–90.
59. Мусиенко Т. А., Мусиенко С. Т., Третюк А. И. Влияние 22-летнего применения удобрений на плодородие почвы и урожай зерновых культур севооборота // Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. М.: Колос, 1974. С. 45–57.
60. Охинько И. П., Лапоников В. Н., Татошин И. Ф., Быков А. Н. Динамика содержания гумуса южного карбонатного чернозема в зависимости от особенностей сельскохозяйственного использования // *Агрохимия.* 1990. № 8. С. 103–109.
61. Середа Н. А., Лукьянов С. А. Влияние удобрений на баланс органического вещества и продуктивность полевых культур на черноземе обыкновенном Башкортостана // Там же. 1998. № 1. С. 13–20.
62. Унгуриян В. Г., Илашку Л. К. Особенности гумусного состояния чернозема карбонатного // *Органическое вещество пахотных почв.* М., 1987. С. 97–103.
63. Храмцов И. Ф., Безвиконный Е. В. Гумусное состояние чернозема выщелоченного при длительном при-

- менении удобрений //Агрохимия. 1998. № 4. С. 25–28.
64. Чагина Е. Г., Берхин Ю. И., Хацевич Н. В. Изменение плодородия почв при интенсивном земледелии. Новосибирск, 1986. 56 с.
65. Чесняк О. А., Чесняк Г. Я. Изменение производительности мощного чернозема под влиянием длительной сельскохозяйственной культуры // Исследования по генезису и повышению плодородия почв УССР / труды Харьковского СХИ. 1967. Т. LXVI. С. 76–87.
66. Чуб М. П., Горюнова Э. С., Потатурина Н. В., Литвинова Н. А. Влияние длительного применения удобрений на урожай культур зернопаропашного севооборота и плодородие южного чернозема в засушливой степи Поволжья // Влияние длительного применения удобрений на плодородие почвы и продуктивность севооборотов. М.: Агропромиздат, 1985. С. 126–148.
67. Шамрай Л. А., Храмцов И. Ф. Влияние системы удобрения на продуктивность зернопаропашного севооборота и агрохимические свойства почвы // Результаты исследований в длительных опытах с удобрениями по Сибири, Казахстану и УССР / труды ВИУА. 1985. Вып. 16. С. 21–33.

Effect of Long-Term Anthropogenic Action on the Content and Composition of the Organic Matter of Leached Chernozem in the Forest-Steppe Near the Ob River

I. N. SHARKOV, A. A. DANILOVA

*Siberian Research Institute of Farming and Chemicalization of Agriculture,
Russian Agricultural Academy
630501, Novosibirsk Region, Krasnoobsk, p.o.box 356
E-mail: humus3@yandex.ru*

Effect of the application of fertilizers and under-winter cultivation (ploughing, moldboardless, no-tillage) on the content and composition of the soil organic matter was studied. Cultivation procedures did not have a substantial influence on the general content of total carbon, mobile humus and mortmass in soil layer 0–30 cm. However, between cultivation procedures, substantial differences in the distribution of carbon and mortmass were detected in this layer, which is due to the features of embedding plant residues into soil. Under the effect of long-term application of fertilizers in soil layer 0–30 cm carbon content C_{total} remained almost unchanged, while the content of mortmass carbon and mobile humus increased by about 10 %.

Key words: soil organic matter, total carbon, mobile carbon, mortmass, leached chernozem, no-tillage technology.