

УДК 631.417:631.445.41:631.51

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ И СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИАЗОВЬЯ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРЯМОГО ПОСЕВА¹

© 2020 г. Г. В. Мокриков¹, Т. В. Минникова^{1,*}, М. А. Мясникова¹,
К. Ш. Казеев¹, С. И. Колесников¹

¹Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии
344090 Ростов-на-Дону, просп. Стачки, 194/1, Россия

*E-mail: loko261008@yandex.ru

Поступила в редакцию 25.03.2019 г.

После доработки 15.05.2019 г.

Принята к публикации 10.10.2019 г.

В производственных агроценозах с 9-летним применением почвозащитной технологии прямого посева (No-Till, NT) в сравнении с традиционной технологией отвальной вспашки (ТТ) был оценен качественный состав органического вещества и содержание перманганатооксиляемого органического вещества (ПОВ_{КМnO₄}) в течение вегетационных сезонов 2016–2018 гг. В составе органического вещества отмечено преобладание гуминовых кислот (до 32% от C_{общ}) почв при применении NT. В июле только при применении NT под посевом льна обнаружена средняя степень гумификации (D_{гум}), в сентябре независимо от технологии обработки – слабая степень гумификации. В исследованный период на содержание ПОВ_{КМnO₄} также оказывала влияние культура-предшественник. После посева кориандра, льна и подсолнечника в 2016 г. наблюдали повышенное содержание ПОВ_{КМnO₄} в июле и сентябре 2017 г. при применении NT на озимой пшенице по сравнению с ТТ. В 2018 г. при высоком уровне содержания ПОВ_{КМnO₄} (518–953 мг С/кг почвы) после выращивания в 2017 г. озимой пшеницы, как культуры-предшественника, отличий между технологиями не обнаружено. Многолетнее использование ресурсосберегающей агротехнологии (No-Till) привело к увеличению доли ПОВ_{КМnO₄} по сравнению с традиционной технологией обработки при слабой и средней степени гумификации.

Ключевые слова: No-Till, черноземы, качественный состав органического вещества, перманганат окисляемое органическое вещество, степень гумификации, плодородие.

DOI: 10.31857/S0002188120010093

ВВЕДЕНИЕ

Современные технологии обработки почвы преследуют своей целью повышение урожайности возделываемых культур. При различных приемах обработки почвы (отвальной вспашке, чизеливании, плантажной вспашке и других приемов) происходит снижение плодородия почв по сравнению с прямым посевом [1–4]. Благодаря технологии прямого посева (No-Till, NT) экономятся топливные ресурсы и сохраняется продуктивная влага в почве. Показано, что сохранение влажности почв под бинарными посевами подсолнечника оказывало положительное влияние на актив-

ность дегидрогеназ и β-фруктофуранозидазы [5]. Использование NT при выращивании сельскохозяйственных культур на черноземах обыкновенных Ростовской обл. способствует повышению содержания подвижных соединений фосфора и калия на фоне некоторого снижения содержания обменного аммония [6].

Сельскохозяйственное использование черноземов Приазовья приводит к снижению содержания органического вещества. Максимум потерь приходится на начальные сроки освоения, в дальнейшем изменения минимальны [2, 7–10]. Выведение черноземов из сельскохозяйственного оборота приводит к повышению содержания органического вещества почв (ОВ) [11–14].

¹ Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (5.5735.2017/8,9) и Президента Российской Федерации (НШ-3464.2018.11).

Таблица 1. Размещение посевов сельскохозяйственных культур при различных технологиях обработки почвы (2016–2018 гг.)

№ участка	2016		2017		2018	
	НТ	ТТ	НТ	ТТ	НТ	ТТ
Д1	Масличный лен	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Нут	Ячмень
Д2	Масличный лен	Подсолнечник	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Подсолнечник	Ячмень
Д4	Кориандр	Ячмень	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Подсолнечник	Ячмень
Д9	Подсолнечник	Подсолнечник	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Рапс	Горох

Примечание. НТ – прямой посев (No-Till), ТТ – традиционная технология.

Для оценки антропогенной нагрузки на почву важно оценить качественный и количественный составы подвижного органического вещества почв, в том числе перманганатооксиляемого органического вещества ($ПОВ_{KMnO_4}$) [15–18]. Содержание и распределение подвижного органического вещества в почве информативно при оценке последствий применения различных способов обработки почвы [19–25]. По данным зарубежных источников, определение перманганатооксиляемого органического вещества является быстрым, недорогим и информативным методом полевых и лабораторных исследований лабильного пула органического вещества в почве [24, 26–28].

Цель работы – оценка изменений качественного состава органического вещества и содержания перманганатооксиляемого органического вещества черноземов Приазовья при использовании технологии прямого посева в 2016–2018 гг. В задачи исследования входило: оценить количественный и качественный состав органического вещества в почвах при разных приемах обработки; определить сезонную динамику перманганатооксиляемого органического вещества черноземов.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования были почвы агроценозов 28 полей Октябрьского р-на Ростовской обл. на территории хозяйства ИП “Мокриков В.И.” (ранее ООО “Донская Нива”). На площади более 5 тыс. га почвы в течение 9 последних лет обрабатывают по технологии прямого посева (НТ) озимой пшеницы (*Triticum aestivum* L.), ячменя (*Hordeum sativum distichum*), подсолнечника (*Helianthus annuus* L.), льна (*Linum usitatissimum* L.), кориандра (*Coriandrum sativum* L.), нута (*Cicer arietinum* L.), рапса (*Brassica napus* L.). При этой технологии обработки почвы минимизируется механическое воздействие на почвенный покров, сохраняется стерня, органические остатки формируют мульчирующий слой. Эти факторы уве-

личивают выделения корневых экссудатов и сохраняют влагу в почве [29, 30].

Большую часть посевных площадей с прямым посевом занимают зерновые культуры (озимая пшеница и ячмень) – 49%, кукуруза (на зерно) – 10%, подсолнечник и многолетние бобовые травы (донник, люцерна, эспарцет, вика) – 10%, зерновые бобовые (нут, чечевица, горох) – 8%, озимые крестоцветные (рыжик, рапс, горчица) – 6.5%, эфирномасличные (кориандр) – 6%, масличные (лен) – 4%, сафлор – 2.5%, гречиха – 2.0%, многолетние травы – 2%.

При прямом посеве использовали следующую технику: трактор Buhler Versatile 2375 + Great Plains NTA 3510 (10.7 м) и Case Magnum 315 + Great Plains NTA 3510 (10.7 м), все культуры высевали с междурядьем 19.1 см. Расход дизельного топлива на основную обработку почвы при прямом посеве составил 26 л/га, что в 3 раза меньше, чем при традиционной обработке (74.1 л/га).

Исследование проводили в 2016–2018 гг. в 8-польных севооборотах. В настоящей работе анализировали динамику содержания органического вещества нескольких участков (Д1, Д2, Д4 и Д9) в слое 0–10 см (табл. 1). Почвы – черноземы обыкновенные мощные и среднемощные разной степени выщелоченности от карбонатов (табл. 2).

Для сравнения влияния технологии НТ исследовали поля соседних хозяйств, обрабатываемые по традиционной технологии (ТТ) с отвальной вспашкой и регулярными культивациями. Расстояние между полями с традиционной обработкой и полями с прямым посевом не превышало 50–100 м. Определение качественного и количественного состава органического вещества проводили в 2016–2018 гг. Поскольку посев при применении НТ проводят до глубины 0–10 см, исследование было проведено именно в этом поверхностном слое.

В 2016 г. в мае, июле и сентябре определяли содержание органического вещества и его качественный состав, в 2017–2018 гг. – содержание

Таблица 2. Расположение площадок и тип почв агроценозов с прямым посевом

№ площадки	Населенный пункт	Географические координаты	Тип почв
Д1	п. Староковылный	46°04.048 N 38°40.305 E	Чернозем обыкновенный карбонатный смытый среднемощный слабогумусированный
Д2	п. Староковылный	47°35.784 N 40°05.141 E	Чернозем обыкновенный карбонатный смытый среднемощный слабогумусированный
Д4	х. Малая сопка	47°37.474 N 40°05.420 E	Чернозем обыкновенный карбонатный мощный слабогумусированный
Д9	х. Киреевка	47°47.120 N 40°28.164 E	Чернозем обыкновенный слабывщелоченый среднемощный малогумусный

перманганатокисляемого органического вещества (POB_{KMnO_4}). Качественный состав органического вещества определяли по методу Пономаревой–Плотниковой [31, 32]. По методу Гришиной–Орлова оценивали степень гумификации органического вещества ($D_{гум}$) [33]:

$$D_{гум} = \frac{C_{ГК}}{C_{общ}} \times 100,$$

где: $C_{ГК}$ – содержание гуминовых кислот, $C_{общ}$ – общее содержание органического вещества.

Содержание перманганатокисляемого органического вещества (POB_{KMnO_4}) определяли по Блейру в модификации Вэла [34, 35].

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета программ Statistica 12.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Качественный состав органического вещества в 2016 г. В июле и сентябре 2016 г. был оценен качественный состав органического вещества. Анализ качественного состава органического вещества показал преобладание гуминовых кислот, содержание которых в вариантах с NT составило 32–50%, а при ТТ – 28–41% (табл. 3). В группе фульвокислот преобладающая доля соответствовала ФК-III – 11–21%. В группе гуминовых кислот почвы участков с NT преобладали гуминовые кислоты ГК-II, связанные с кальцием – 18–32%, и ГК-III, связанные с устойчивыми полуторными оксидами и глинистыми минералами – 12–18%. Наибольшее количество как гуминовых, так и фульвокислот в почвах с NT и ТТ, наблюдали в июле.

Максимальное содержание гуминовых и фульвокислот в этот период было обусловлено процессами минерализации органического вещества почвы. В течение сезона при NT снижение содер-

жания ГК-II составило 28, при ТТ – 7%. Подобная динамика свидетельствовала о консервативном составе гумусовых веществ при отвальной вспашке и динамичности изменения гуминовых кислот ГК-II, связанных с кальцием.

Гуминовые кислоты менее устойчивы, чем негидролизующий остаток, они меньше подвержены минерализации [32, 36]. Содержание фракций ГК-I, ФК-I, ФК-Ia в июле при NT было меньше на 16–22%, чем при применении ТТ. Фракция ГК-II по сравнению с ТТ также уменьшалась на 18%. В течение сезона независимо от технологии обработки обнаружено повышение содержания ФК-II при NT – на 22 и при ТТ – на 15%. Отдельно стоит отметить, что содержание фракции ФК-Ia в июле и сентябре на участках с NT было меньше на 10 и 15%, чем при ТТ. Вероятно, подобное высокое содержание ФК-Ia в почвах с ТТ было связано с обилием атмосферных осадков в 2016 г.

Содержание неэкстрагируемого остатка (гумина) при NT было больше, чем при традиционной обработке на 37%. Его содержание характеризует прочность закрепления органического вещества минеральной частью почвы. Высокое содержание гумина (34–36%) было обусловлено содержанием трудно извлекаемых форм гуминовых и фульвокислот в почве. При применении NT в сентябре наблюдали увеличение содержания неэкстрагируемого остатка на 10% по сравнению с ТТ.

В июле степень гумификации почв с NT варьировала от $D_{гум} = 15–25$, в сентябре до $D_{гум} = 16–17$. На участке Д1 в июле и сентябре показано снижение гумификации на 48 и 63% соответственно. Напротив, на участке Д2 с применением NT в июле и сентябре отмечена большая гумификация (больше на 60 и 33%), чем при ТТ. На участке Д4 наблюдали увеличение гумификации в сентябре на 51%, на участке Д9 различий с ТТ не выявили. Подобное различие было обу-

Таблица 3. Качественный состав органического вещества на участках Д1, Д2, Д4 и Д9 в 2016 г. в слое 0–10 см

№ участка	C _{орг} , %	Качественный состав органического вещества, % от C _{орг}											
		фракции гуминовых кислот				фракции фульвокислот					ГК + + ФК	Гумин	D _{гум}
		I	II	III	Σ	Ia	I	II	III	Σ			
Июль													
Д1	2.5	3	17	12	32	2	5	0	14	21	53	47	15
	1.5	6	17	14	37	3	6	0	23	32	69	31	24
Д2	2.1	4	32	15	50	3	8	0	21	32	83	17	25
	2.5	4	24	10	38	2	6	0	14	22	60	40	15
Д4	2.5	3	18	16	37	3	7	7	24	41	78	22	15
	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Д9	2.8	4	31	12	47	2	10	0	11	23	71	30	17
	2.6	4	23	14	48	2	5	1	14	24	64	36	16
Сентябрь													
Д1	2.3	2	21	13	36	3	7	0	14	24	60	40	16
	0.9	6	22	13	40	3	9	0	27	39	79	21	42
Д2	2.1	3	18	13	35	3	5	18	18	43	77	23	17
	2.4	3	15	12	30	2	5	5	16	29	58	42	13
Д4	2.2	2	21	13	36	3	7	5	17	31	67	33	16
	2.6	3	15	11	28	3	4	2	11	20	48	52	11
Д9	2.4	5	17	18	40	2	9	3	17	31	71	29	17
	2.6	2	27	10	39	2	5	0	11	18	57	43	15

Примечания. 1. D_{гум} – степень гумификации. 2. Над чертой – NT, под чертой – TT.

словлено разницей между сельскохозяйственными культурами. На участке Д1 выращивали лен, контрольная культура с TT – озимая пшеница, на участке Д2 – лен, культура с отвальной вспашкой – подсолнечник (табл. 1). На участке Д4 выращивали кориандр в сравнении с яровым ячменем. Отличий в степени гумификации на участке Д9 не обнаружено, поскольку выращивали подсолнечник при применении NT и TT.

Изменение содержания перманганатокисляемого органического вещества. По содержанию перманганатокисляемого органического вещества (ПОВ_{KMnO4}) все исследованные участки, включая участки с TT, можно отнести к группе с очень низким содержанием подвижного углерода [35]. Содержание ПОВ_{KMnO4} исследованных почв с NT показало достаточно широкий диапазон варьирования: от 846–953 (май, июль) до 128–182 мг С/кг почвы в сентябре, октябре (рис. 1). Причем на большинстве участков максимальные показатели наблюдали в периоды активной вегетации в мае и июле, вследствие повышения корневой массы растений и выделения ими экссудатов, богатых органическими веществами.

Содержание ПОВ_{KMnO4} непосредственно зависело от выращиваемой сельскохозяйственной культуры. Согласно данным табл. 1, предшественниками озимой пшеницы были культуры как сплошного сева (лен), так и пропашные культуры (кориандр, подсолнечник). После сбора урожая льна (участки Д1 и Д2) в 2016 г. в почве к 2017 г. осталось незначительное количество пожнивных остатков, что вызвало увеличение содержания ПОВ_{KMnO4} почв при применении NT в весенне-летний период на 340, 747, 804% по сравнению с TT. Однако в сухой период наблюдали снижение содержания ПОВ_{KMnO4} при NT. Пропашные культуры 2016 г. – кориандр (участок Д4) и подсолнечник (участок Д9) влияли на содержание ПОВ_{KMnO4} в 2017 г: в сентябре его содержание было больше при NT, чем при TT на 663 и 584 мг С/кг почвы. Содержание ПОВ_{KMnO4} в 2018 г. наглядно показало, что посеы озимой пшеницы 2017 г. выравнивали содержание ПОВ_{KMnO4} в течение всего вегетационного сезона. При этом обнаружили высокое содержание ПОВ_{KMnO4} на протяжении всего вегетационного сезона 2018 г. как

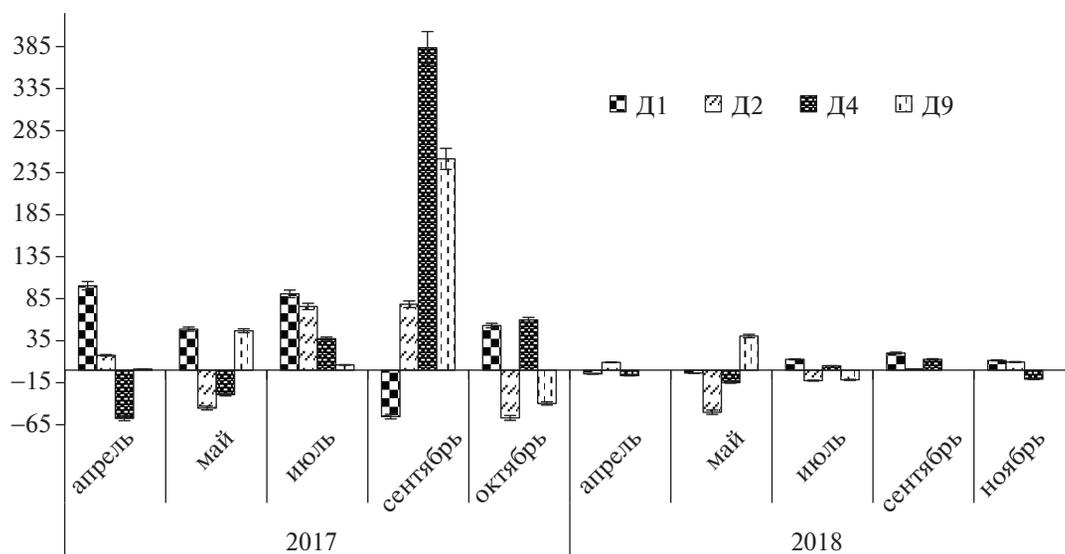


Рис. 1. Содержание перманганатокисляемого органического вещества при прямом посеве в слое 0–10 см (2017–2018 гг.), % от традиционной технологии. Описание участков дано в табл. 1, 2.

при NT (518–953 мг С/кг почвы), так и при ТТ (514–1211 мг С/кг почвы).

При NT показана роль сельскохозяйственной культуры-предшественника в изменении содержания POB_{KMnO_4} в течение сезона. В состав мульчирующего слоя входят в зависимости от севооборота: солома озимой пшеницы, стеблей и листьев льна, подсолнечника и других. Каждый вид растений отличается своим химическим составом и содержанием органических веществ (целлюлозы, пентозанов, гемицеллюлозы, лигнина), зольных элементов (С, Н, О, N, Ca, K, Si, P, Mg), которые служат источниками формирования различных гумусовых веществ [37]. Максимальная зольность соответствует именно растительным остаткам травянистых растений. При этом в 1 т соломы содержится до 470–480 кг органического углерода, что в 3.5–4.0 раза больше, чем в навозе. Остающийся на поле мульчирующий слой способствует сохранению влаги в почве и минерализации органических остатков. По данным [21], при постоянном поступлении растительных остатков в почву также наблюдали тенденцию к увеличению содержания подвижного углерода согласно концептуальной модели иерархии агрегатов Эллиота [38]. Наличие мульчирующего слоя не только приводит к накоплению и сохранению влаги, но и снижает инсоляцию поверхности почвы и ее температуру, улучшает структурность, повышает биологическую активность почвы и устойчивость к эрозийным процессам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение технологии прямого посева (NT) приводило к повышению степени гумификации почв и содержанию перманганатокисляемого органического вещества (POB_{KMnO_4}). Роль культуры-предшественника подтверждена при оценке содержания POB_{KMnO_4} . Содержание POB_{KMnO_4} почв с прямым посевом было на высоком уровне с апреля по июль 2017 г. – 199–846 мг С/кг почвы. После сбора урожая озимой пшеницы наблюдали большее содержание POB_{KMnO_4} при NT по сравнению с традиционной вспашкой (ТТ) на 37–91% в июле и на 78–384% в сентябре. В 2018 г. после озимой пшеницы наблюдали повышение содержания POB_{KMnO_4} при применении NT на 72–205%, при ТТ – на 28–262%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Байбеков Р.Ф. Природоподобные технологии – основа стабильного развития земледелия // Земледелие. 2018. № 2. С. 5–8.
2. Вальков В.Ф., Денисова Т.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Кузнецов Р.В. Плодородие почв и сельскохозяйственные растения: экологические аспекты. Ростов н/Д: Изд-во ЮФУ, 2008. 416 с.
3. Мокриков Г.В., Минникова Т.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние запасов продуктивной влаги и количества атмосферных осадков на урожайность при условии прямого посева сельскохозяйственных культур в Ростовской области // Самар. научн. вестн. 2019. Т. 8. № 1(26). С. 69–75.
4. Орлов Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. М.: Изд-во МГУ, 1990. 325 с.

5. Минникова Т.В., Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Акименко Ю.В., Колесников С.И. Оценка зависимостей между гидротермическими показателями и ферментативной активностью черноземов Ростовской области при использовании различных агротехнологий // *Агрофизика*. 2018. № 1. С. 9–17.
6. Кравцова Н.Е., Мокриков Г.В., Казеев К.Ш., Минникова Т.В., Колесников С.И. Динамика содержания элементов питания в черноземах Ростовской области при разных технологиях обработки почв // *Агрхим. вестн.* 2019. Т. 1. № 1. С. 33–36.
7. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвы Ростовской области. Ростов-на/Дону: Изд-во ЮФУ, 2012. 492 с.
8. Даденко Е.В., Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню // *Почвоведение*, 2014. № 6. С. 724–733.
9. Kumar S., Kadono A., Lal R., Dick W. Long-term no-till impacts on organic carbon and properties of two contrasting soils and corn yields in Ohio // *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 2012, № 76. P. 1798–1809.
10. Martínez I., Chervet A., Weisskopf P., Sturny W.G., Etan A., Stettler M., Forkmann J., Keller T. Two decades of no-till in the Oberacker long-term field experiment: part 1. Crop yield, soil organic carbon and nutrient distribution in the soil // *Soil Till. Res.* 2016. № 163. P. 141–151.
11. Козут Б.М. Органическое вещество чернозема // *Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева*. 2017. Вып. 90. С. 39–57.
12. Русанов А.М., Анилова Л.В. Экологические аспекты гумусообразования и динамика гумуса целинных и пахотных черноземов Предуралья // *Экология*, 2009. № 6. С. 417–422.
13. Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние возраста залежей на биологические свойства постагрогенных почв Ростовской области. Ростов-на/Дону: Изд-во ЮФУ. 2015. 130 с.
14. Яшин М.А., Авдеева Т.Н., Козут Б.М., Маркина Л.Г., Семенов В.М., Тарасов С.И., Фрид А.С. Агрогенная трансформация лабильных гумусовых веществ и структуры дерново-подзолистой супесчаной почвы // *Агрохимия*, 2015. № 9. С. 3–13.
15. Benbi D.K., Voparai A.K., Brar K. Decomposition of particulate organic matter is more sensitive to temperature than the mineral associated organic matter // *Soil Biol. Biochem.* 2014. № 70. P. 183–192.
16. Chen G.H., Weil R.R. Penetration of cover crop roots through compacted soils // *Plant Soil*. 2010. V. 331. P. 31–43.
17. Duval M.E., Galantini J.A., Iglesias J.O., Canelo S., Martínez J.M., Wall L. Analysis of organic fractions as indicators of soil quality under natural and cultivated systems // *Soil Till. Res.* 2013. № 131. P. 11–19.
18. Galantini J.A., Duval M., Iglesias J.O., Krüger H. Continuous wheat in semiarid regions: long-term effects on stock and quality of soil organic carbon // *Soil Sci.* 2014. № 179. P. 284–292.
19. 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. С. 25–32.
20. Зеленский Н.А., Зеленская Г.М., Мокриков Г.В., Шуркин А.Ю. Плодородие почвы: настоящее и будущее нашего земледелия // *Земледелие*. 2018. № 5. С. 4–7.
21. Козут Б.М., Сысуев С.А., Холодов В.А. Водопрочность и лабильные гумусовые вещества типичного чернозема при разном землепользовании // *Почвоведение*. 2012. № 5. С. 555–561.
22. Козут Б.М., Яшин М.А., Семенов В.М., Авдеева Т.Н., Маркина Л.Г., Лукин С.М., Тарасов С.И. Распределение трансформированного органического вещества в структурных отдельностях дерново-подзолистой супесчаной почвы // *Почвоведение*. 2016. № 1. С. 52–64.
23. 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 // *Усп. совр. естествознания*. 2018. № 1. С. 29–34.
24. Blair G.J., Lefroy R.D.B., Lise L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems // *Austr. J. Agric. Res.* 1995. V. 46. P. 1459–1466.
25. Saviozzi A., Vanni G., Cardelli R. Carbon mineralization kinetics in soils under urban environment // *Appl. Soil Ecol.* 2014. № 73. P. 64–69.
26. Rennert Th., Ghong N. P., Rinklebe J. Permanganate-oxidizable soil organic matter in floodplain soils // *Catena*. 2017. № 149. P. 381–384.
27. Romero C.M., Engel R.E., D'Andrilli J., Chen Ch., Zabinski C., Miller P.R., Wallander R. Patterns of change in permanganate oxidizable soil organic matter from semiarid drylands reflected by absorbance spectroscopy and Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry // *Org. Geochem.* 2018. № 120. P. 19–30.
28. Silva G.L., Lima H.V., Campanha M.M., Gilkes R.J., Oliveira T.S. Soil physical quality of Luvisols under agroforestry, natural vegetation and conventional crop management systems in the Brazilian semi-arid region // *Geoderma*. 2011. № 167/168. P. 61–70.
29. Кроветто К. Прямой посев (No-Till). Взаимосвязь между No-Till, растительными остатками, растениями и насыщением почвы питательными веществами. Самара: Изд-во Элайт, 2010. 206 с.
30. Derpsch R., Friedrich T., Kassam A., Hongwen L. Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits // *Inter. J. Agric. Biol. Engin.* 2010. V. 3. № 1. P. 1–26.
31. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем. Ростов-на/Дону: Изд-во ЮФУ, 2016. 356 с.
32. Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов // *Почвоведение*. 1968. № 11. С. 104–117.
33. Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв // *Пробл. почвоведения*. М., 1978. С. 42–47.

34. Weil R., Islam K.R., Stine M.A., Gruver J.B., Samson-Liebig S.E. Estimating active carbon for soil quality assessment: A simple method for laboratory and field use // Amer. J. Alternative Agricult. 2003. V. 18(1). P. 3–17.
35. Comprehensive assessment of soil health. Moebius-Clune B.N., Moebius-Clune D.J., Gugino B.K., Idowu O.J., Schindelbeck R.R., Ristow A.J., van Es H.M., Thies J.E., Shayler H.A., McBride M.B., Wolfe D.W., Abawi G.S. Third Edition Interim Draft, 2016. № 22. 140 p.
36. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Наука, 1980. 288 с.
37. Попов П.Д., Новиков М.Н. Расчет баланса соломы в хозяйстве: метод. рекоменд. / Под ред. Попова П.Д. Владимир: ВНИПТИОУ, 1987. 10 с.
38. Elliott E.T. Aggregate structure and carbon, nitrogen, and phosphorus in native and cultivated soils // Soil Sci. Soc. Amer. J. 1986. V. 50. P. 627–633.

Changes in the Content and Composition of Organic Matter of Chernozems of the Azov Region with the Use of Direct Seeding Technology

G. V. Mokrikov^a, T. V. Vinnikova^{a,#}, M. A. Myasnikova^a, K. S. Kazeev^a, and S. I. Kolesnikov^a

^a Southern Federal University, Academy of Biology and Biotechnology
prosp. Strachki 194/1, Rostov-on-Don 344090, Russia

[#]E-mail: loko261008@yandex.ru

In production agrocenoses with 9-year application of soil protection technology of direct sowing (No-Till, NT) in comparison with traditional technology of dump plowing (ТТ), the qualitative composition of organic matter and the content of permanganate-oxidized organic matter (PMС-4) during the growing seasons of 2016–2018 were evaluated. The predominance of humic acids (up to 32% of the total) of soils in the composition of organic matter was noted when using NT. In July, only when using NT under flax sowing, an average degree of humification (D_{gum}) was detected, in September, regardless of the processing technology, a weak degree of humification was detected. In the studied period, the content of permanganate oxidizable organic matter ($\text{OM}_{\text{KMnO}_4}$) was also influenced by the precursor culture. After sowing coriander, flax and sunflower in 2016, there was an increased content of $\text{OM}_{\text{KMnO}_4}$ in July and September 2017 when using NT on winter wheat compared to ТТ. In 2018, a high level of $\text{OM}_{\text{KMnO}_4}$ (518–953 mg/kg of soil) after cultivation in 2017. Winter wheat, as a precursor crop, no differences between the technologies were found. Long-term use of resource-saving agrotechnology (No-Till) has led to an increase in the share of $\text{OM}_{\text{KMnO}_4}$ compared to traditional processing technology with a weak and medium degree of humification.

Key words: No-Till, chernozems, qualitative composition of organic matter, permanganate oxidizable organic matter, degree of humification, fertility.