

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СОИ

*Е.В. Дубовик, д.б.н., Д.В. Дубовик, д.с.-х.н., А.В. Шумаков, к.с.-х.н.,
ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»*

305021, Курск, ул. К.Маркса, 70б, e-mail: dubovikdm@yandex.ru, тел. (0712) 53-42-56

Приведены изменения агрофизических свойств чернозема типичного при различных способах основной обработки почвы (вспашка, комбинированная обработка, поверхностная обработка, No-till) в ЦЧР (Курская обл.) при возделывании сои. Выявлены существенное уплотнение почвы и снижение пористости в слое 10-20 см при минимизации обработки почвы. При различных способах обработки почвы установлено достоверное уменьшение количества агрегатов агрономически ценного диапазона (10-0,25 мм), однако при этом отмечается повышение средневзвешенного диаметра воздушно-сухих агрегатов по слоям почвы. Водостойчивость чернозема типичного, независимо от способа основной обработки почвы и глубины изучаемого слоя, была отличной. Минимизация обработки почвы способствовала повышению средневзвешенного диаметра водостойчивых агрегатов в среднем в 1,3-2,3 раза.

Ключевые слова: вспашка, комбинированная обработка, поверхностная обработка, No-till, плотность, пористость, структурно-агрегатный состав.

Для цитирования: Дубовик Е.В., Дубовик Д.В., Шумаков А.В. Влияние способа основной обработки почвы на агрофизические свойства чернозема типичного при возделывании сои// Плодородие. – 2022. – №3. – С. 49-52.

DOI: 10.25680/S19948603.2022.126.14.

Один из важных агротехнических приемов при возделывании сельскохозяйственных культур – обработка почвы. При непосредственном механическом воздействии на почву происходит как положительное, так и отрицательное изменение агрофизических, агрохимических, физико-химических, биологических свойств почвы [11,12].

Особое место при исследовании различных способов обработки занимает применение технологии No-till. В различных почвенно-климатических условиях России ее изучение и полученные исследователями данные весьма противоречивы. Так, в Воронежской области по мере снижения глубины обработки отмечается увеличение плотности верхнего слоя почвы, с максимальной при прямом посеве [6]. Также при использовании технологии No-till здесь значительно увеличилось количество агрегатов >10 мм – до 45,3%, по сравнению со вспашкой с оборотом пласта (27,1%) [9].

В Краснодарском крае переход на минимальную мульчирующую обработку, по сравнению со вспашкой, приводил к уплотнению верхнего слоя почвы [3]. В Новосибирской области применение технологии No-till также вызывало уплотнение почвы до 1,26 г/см³ [5]. В Ставропольском крае при использовании технологии No-till плотность почвы повышалась незначительно, по сравнению со вспашкой, при этом оставалась в пределах оптимальных значений и практически не менялась в течение ротации севооборота [1]. Вместе с тем, наблюдаются увеличение агрономически ценных агрегатов до 83%, снижение пылевидной фракции в 2-4 раза [7], и повышение водопрочности почвы на 2,1-4,1% в сравнении с отвальной обработкой [4].

Цель исследований – изучить влияние способа основной обработки почвы при возделывании сои на агрофизические свойства чернозема типичного.

Методика. Исследования проведены в полевом стационарном опыте ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» (Курская обл., Курский район,

п. Черемушки) в четырехпольном севообороте.

Севооборот развернут в пространстве четырьмя полями, со следующим чередованием культур: 1 – горох; 2 – озимая пшеница; 3 – соя; 4 – ячмень. Схема опыта включала следующие варианты: 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 (No-till). Вариант No-till осуществлялся без обработки почвы сеялкой прямого посева Дон 114. Способы обработки почвы применяли 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 г. была начата вторая ротация севооборота.

Технология возделывания сои (сорт Казачка) общепринятая для региона и по вариантам не различалась, за исключением способов основной обработки почвы. При этом особое внимание уделялось технологии прямого посева (No-till), так же было отмечено, что данная технология начинает действовать не ранее 4-го года систематического применения [8].

Объект исследования – чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый. В пахотном слое содержание (среднее) гумуса составляет 5,1%, щелочногидролизуемого 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 (рН_{KCl} 5,4).

Отбор образцов проводили после уборки сои, в 3-кратной повторности в слоях 0-10 и 10-20 см, что обусловлено различной глубиной обработки чернозема типичного. Плотность почвы определяли буровым методом по Н.А. Качинскому, общую порозность – методом расчета по Н.А. Качинскому, структурно-агрегатный состав почвы – сухое и мокрое просеивания

по методу Н.И. Саввинова [2]. Полученные результаты обработаны методами математической статистики.

Результаты и их обсуждение. В результате проведенных исследований установлено, что плотность почвы в слое 0-10 см меньше, чем в слое 10-20 см, независимо от способа обработки почвы (табл. 1). При этом в слое 0-10 см способ обработки почвы не оказал существенного влияния на плотность почвы, так как ее изменения были незначительными и составили 0,99-1,04 г/см³. В слое 10-20 см отмечается существенное уплотнение почвы при минимизации её обработки и, по отношению к вспашке оно была выше на 10-17%.

1. Изменение плотности и пористости чернозема типичного при различных способах обработки почвы

| Способ обработки | Глубина слоя почвы, см | Плотность, г/см ³ | Общая пористость, % |
|-------------------|------------------------|------------------------------|---------------------|
| Вспашка | 0-10 | 1,01 | 59,0 |
| | 10-20 | 1,02 | 58,8 |
| Комбинированная | 0-10 | 0,99 | 61,0 |
| | 10-20 | 1,15 | 53,4 |
| Поверхностная | 0-10 | 1,04 | 57,7 |
| | 10-20 | 1,12 | 54,2 |
| No-till | 0-10 | 1,04 | 58,3 |
| | 10-20 | 1,19 | 51,4 |
| НСР ₀₅ | Слой | 0,07 | 5,4 |
| | Обработка | 0,05 | 6,6 |

Вместе с плотностью почвы отмечается изменение и пористости почвы при различных способах обработки почвы. Так, можно отметить более высокую пористость в слое 0-10 см по отношению к слою 10-20 см при ми-

нимизации обработки почвы. Анализ пористости чернозема типичного по шкале Н.А. Качинского показал отличную пористость в слое 0-10 см, независимо от способа обработки почвы, а также в слое 10-20 см при вспашке. Применение комбинированной, поверхностной обработок и технологии No-till позволило охарактеризовать пористость в слое 10-20 см как *удовлетворительную*.

Одним из главных составляющих почвенного плодородия следует рассматривать структурно-агрегатный состав, который также как плотность и пористость при различных способах обработки почвы претерпевает изменения. Так, в результате проведенного структурно-агрегатного анализа (сухое просеивание) установлено, что независимо от способа обработки почвы и глубины изучаемого слоя преобладали агрегаты >10 мм (25-37%), несколько меньше было агрегатов размером 5-3 мм (9-14,5%) и 2-1 мм (11-18%) (рис. 1А). При этом наименьшее содержание воздушно-сухих агрегатов размером 7-5 и 3-2 мм выявлено при применении вспашки и поверхностной обработки в слое 0-10 см (6-7%), а в слое 10-20 см (рис.1Б) агрегатов 1-0,5 мм (5-7%). В слое 0-10 см и в слое 10-20 см при применении комбинированной обработки выявлено наименьшее количество агрегатов 1-0,5 мм (6,5-4%), а при технологии No-till – агрегатов 0,5-0,25 мм (5-4%), воздушно-сухих агрегатов было значительно больше по слоям почвы, НСР₀₅=0,54.

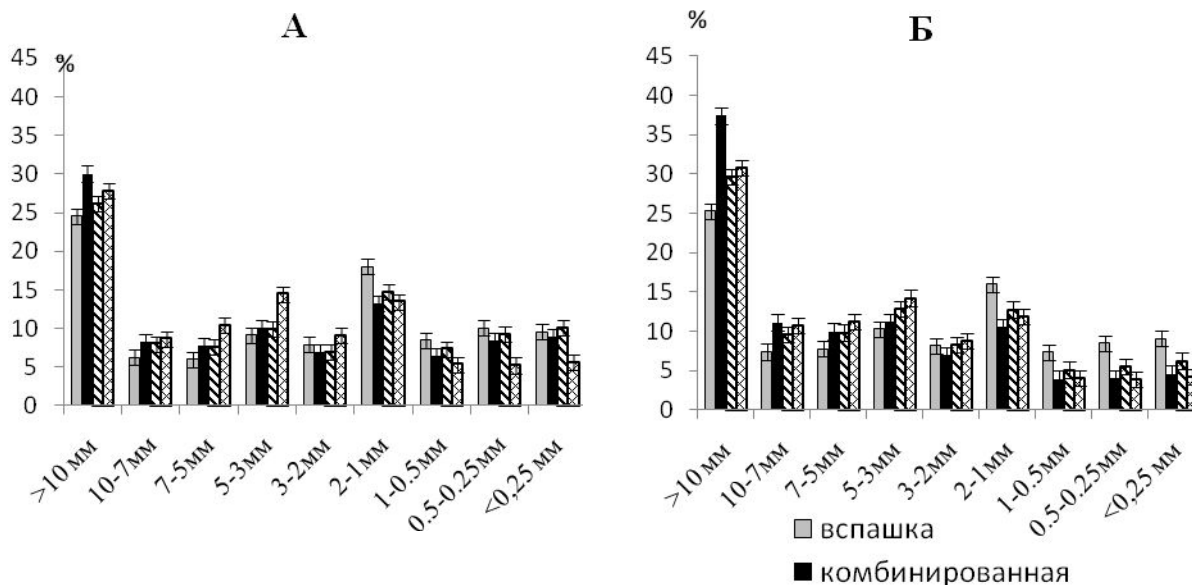


Рис. 1. Распределение воздушно-сухих агрегатов чернозема типичного в слое 0-10 см (А) и 10-20 см (Б) при различных способах обработки почвы при возделывании сои (разбросом показано стандартное отклонение)

Проведенный статистический анализ показал существенные различия при уровне вероятности $P=0,95$ агрегатов размером 10-5 и 2-0,25 мм по слоям почвы (НСР₀₅=0,77-2,43) и агрегатов 10-3 и 2-0,5 мм при различных способах обработки почвы (НСР₀₅=1,09-2,91). Вместе с тем, снижение количества агрегатов агрономически ценного диапазона (10-0,25 мм) было достоверным при различных способах обработки почвы (НСР₀₅ = 2,37), а повышение средневзвешенного диаметра агрегатов – по слоям почвы (НСР₀₅=0,54).

Как правило, проведение количественной оценки структурного состояния обусловлено распределением

не только воздушно-сухих агрегатов почвы, но и водоустойчивых, которые характеризуют устойчивость почвы к внешним воздействиям, в частности к воздействию воды. Так, после проведения мокрого просеивания установлено превалирование агрегатов <0,5 мм, независимо от способа обработки и изучаемого слоя (рис. 2, А, Б), их содержание составило 55-76%. В слоях 0-10 и 10-20 см водоустойчивых агрегатов размером 1-0,5 мм на вспашке было больше в 2-6 раз, чем агрегатов >1 мм. Водоустойчивых агрегатов >5 мм в слое 0-10 см при применении комбинированной, поверхностной обработок и технологии No-till содержалось больше в 2-7 раз

по сравнению с количеством агрегатов 5-0,5 мм. В слое 10-20 см при минимизации обработки почвы отмечается преобладание водоустойчивых агрегатов 1-0,5 мм, что характерно и для варианта с применением вспашки.

Статистический анализ выявил достоверное повышение водоустойчивых агрегатов >5 мм, 2-1 мм при уровне вероятности $P=0,95$ как по слоям ($HCP_{05}=4,17-0,83$), так и по способам обработки почвы ($HCP_{05}=6,18-1,18$).

Оценка водоустойчивости чернозема типичного показала, что по классификации И.В. Кузнецовой [10], независимо от способа основной обработки почвы и глубины изучаемого слоя, он обладал отличной водоустойчивостью, так как показатель суммы водоустойчивых агрегатов составил 62-71% (табл. 2).

Средневзвешенный диаметр водоустойчивых агрегатов, независимо от изучаемого слоя, при применении вспашки был наименьшим (0,8-0,71 мм). Применение минимизации обработки почвы способствовало повы-

шению средневзвешенного диаметра водоустойчивых агрегатов в среднем в 1,3-2,3 раза.

2. Водоустойчивость чернозема типичного при различных способах обработки почвы

| Способ обработки | Глубина, см | Σ в.а. | СВД | A | W |
|------------------|-------------|---------------|------|-----|------|
| Вспашка | 0-10 | 62 | 0,80 | 277 | 256 |
| | 10-20 | 64 | 0,71 | 338 | 283 |
| Комбинированная | 0-10 | 68 | 1,81 | 239 | 299 |
| | 10-20 | 71 | 1,43 | 529 | 340 |
| Поверхностная | 0-10 | 64 | 1,34 | 254 | 284 |
| | 10-20 | 67 | 0,90 | 494 | 308 |
| No-till | 0-10 | 69 | 1,58 | 371 | 354 |
| | 10-20 | 70 | 1,01 | 598 | 348 |
| HCP_{05} | Обработка | 3,2 | 0,32 | 158 | 31,4 |
| | Глубина | 2,2 | 0,46 | 223 | 44,5 |

Примечание. Σ в.а. – сумма водоустойчивых агрегатов, %, СВД – средневзвешенный диаметр водоустойчивых агрегатов, мм, A – критерий водоустойчивости, W – индекс агрегированности.

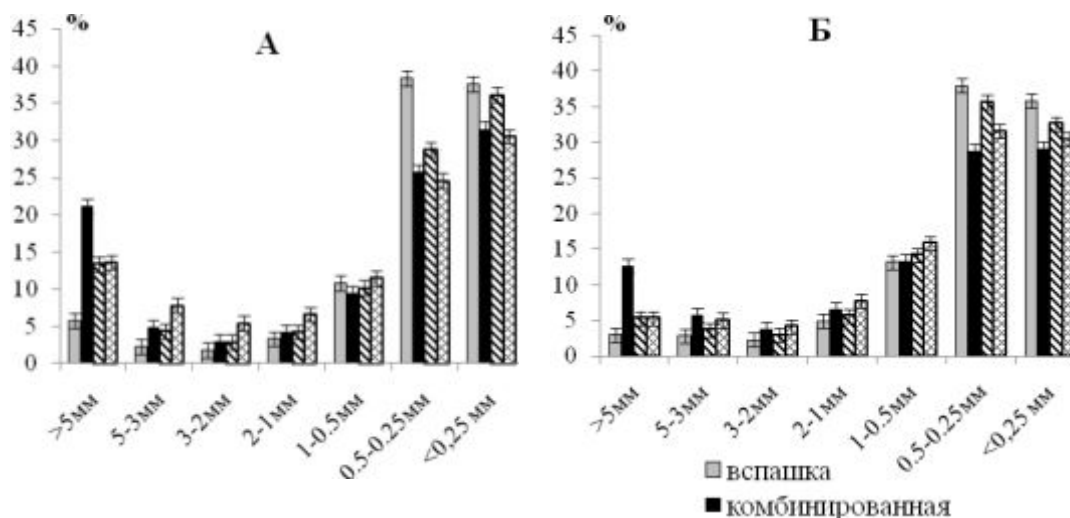


Рис. 2. Распределение водоустойчивых и неводоустойчивых агрегатов чернозема типичного в слое 0-10 см (А) и 10-20 см (Б) при различных способах обработки почвы при возделывании сои (разбросом показано стандартное отклонение)

Анализ водоустойчивости по критерию водопрочности, предложенному сотрудниками АФИ, показал очень хорошую водоустойчивость в слое 10-20 см при применении комбинированной обработки и технологии No-till, так как этот показатель составил >500. В остальных вариантах опыта водоустойчивость оценивалась как хорошая, и критерий водоустойчивости был от 239 до 494. Очень хорошая водоустойчивость почвы при применении комбинированной обработки и технологии No-till обусловлена более низким количеством воздушно-сухих агрегатов 1-0,25 мм.

При минимизации обработки почвы отмечается повышение индекса агрегированности в 1,1-1,4 раза по сравнению со вспашкой. При этом самый высокий индекс агрегированности выявлен при использовании технологии No-till – 354-348, что обусловлено повышением водоустойчивых агрегатов 3-1 мм, которые имеют более высокую весовую величину (10) в формировании агрономически ценной структуры. При применении вспашки преобладали агрегаты, полученные после мокрого просеивания, размером 0,5-0,25 мм, в связи с тем, что весовая величина в формировании структуры для данной фракции составляет 3, соответственно и индекс агрегированности ниже.

Заключение. В результате проведенных исследований установлено, что в слое 0-10 см способ обработки

почвы не оказал существенного влияния на её плотность, при этом в слое 10-20 см при минимизации обработки почвы наблюдалось существенное уплотнение почвы. Пористость в слое 0-10 см независимо от способа обработки почвы, а также в слое 10-20 см при вспашке оценивалась как отличная. Уплотнение почвы при минимизации обработки в слое 10-20 см привело к снижению пористости и позволило характеризовать ее как удовлетворительную. Вместе с тем, снижение количества агрегатов агрономически ценного диапазона (10-0,25 мм) было достоверным при различных способах обработки почвы ($HCP_{05} = 2,37$), а повышение средневзвешенного диаметра воздушно-сухих агрегатов значимо по слоям почвы ($HCP_{05}=0,54$). Водоустойчивость чернозема типичного, независимо от способа основной обработки почвы и глубины изучаемого слоя, была отличной. Применение минимизации обработки почвы способствовало повышению средневзвешенного диаметра водоустойчивых агрегатов в среднем в 1,3-2,3 раза.

Литература

1. Белобров В.П., Юдин С.А., Ярославцева Н.В. и др. Изменение физических свойств черноземов при прямом посеве // Почвоведение. – 2020. – №7. – С. 880-890.
2. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
3. Васюков П.П., Лесовая Г.М., Чуварлева Г.В., Мнатсакян А.А., Быков О.Б. Оценка изменения плодородия чернозема выщелоченного

Краснодарского края в зависимости от систем основной обработки почвы // Плодородие. – 2018. – №3. – С. 17-19.

4. Вольтерс, И.А. Власова О.И., Трубаева Л.В., Передериева В.М., Дорошко Г.Р. Влияние традиционной технологии возделывания и прямого посева полевых культур на агрофизические факторы почвенного плодородия чернозема обыкновенного в зоне неустойчивого увлажнения // Агрофизика. – 2018. – №4. – С. 24-30.

5. Власенко А.Н., Власенко Н.Г., Кудашкин П.И. Изменение показателей плодородия чернозема выщелоченного лесостепи Приобья при использовании технологии No-till // Агрохимия. – 2019. – №12. – С. 16-21.

6. Гребенников А.М., Фрид А.С., Сапрыкин С.В., Чевердин Ю.И. Влияние приемов основной обработки почв, фаз вегетации озимой пшеницы и глубины слоя почвы на уплотнение агрочернозема // Агрохимия. – 2019. – №10. – С. 58-63.

7. Дорошко Г.Р., Власова О.И., Шабалда О.Г., Зеленская Т.Г. Влияние длительного применения прямого посева на основные агрофизические факторы плодородия почвы и урожайность озимой пшеницы в условиях засушливой зоны // Земледелие. – 2017. – №7. – С. 7-10.

8. Дриггер В.К. Особенности проведения научных исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву: методические рекомендации. – Ставрополь: Сервисшкола, 2020. – 69 с.

9. Чевердин Ю.И., Сапрыкин С.В., Чевердин А.Ю., Рябцев А.Н. Трансформация физических показателей черноземов в результате агрогенного воздействия // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – №3. – С. 5-11.

10. Шейн Е.В. Курс физики почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.

11. Palmer M.A., Liu J., Matthews J.H., Mumba M., D'Odorico P. Water security: Gray or green? // Science. – 2015. – V. 349. – № 6248. – P. 584-585.

12. Van Agtmaal M., Straathof A.L., Termorshuizen A., Lievens B., Hoffland E., de Boer W. Volatile-mediated suppression of plant pathogens is related to soil properties and microbial community composition // Soil Biol. Biochem. – 2018. – V.117. – P. 164-174.

EFFECT OF PRIMARY TILLAGE METHODS ON AGROPHYSICAL PROPERTIES OF TYPICAL CHERNOZEM IN SOYBEAN CULTIVATION

*Federal Agricultural Kursk Research Center, Kursk, Russia
E.V. Dubovik, D.V. Dubovik, A.V. Shumakov*

The changes in agrophysical properties of typical chernozem (Haplic Chernozems) with various methods of primary tillage (plowing, combined tillage, surface tillage, No-till) in Central Chernozem Region (Kursk Region) during soybean cultivation are presented. A significant soil compaction and a decrease in porosity in the 10-20 cm layer were revealed while minimizing tillage. With various methods of tillage, a significant decrease in the number of aggregates of agronomically valuable range (10-0.25 mm) was found, but at the same time an increase in the weighted average diameter of air-dry aggregates across soil layers was noted. The water stability of typical chernozem, regardless of the method of primary tillage and the depth of the studied layer, was excellent. Minimized tillage contributed to an increase in the weighted average diameter of water-stable aggregates 1.3-2.3 times on the average.

Keywords: plowing, combined tillage, surface tillage, No-till, density, porosity, structural and aggregate composition.

УДК 631.415.2:633.72(213.1:470.62)

DOI: 10.25680/S19948603.2022.126.15

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ГУМУСА В ПОЧВАХ ЧАЙНЫХ ПЛАНТАЦИЙ СУБТРОПИКОВ РОССИИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БЕЗ НИХ

*Н.В. Козлова, к.б.н., Л.С. Малюкова, д.б.н.,
ФГБУН ФИЦ «Субтропический научный центр Российской академии наук»
354002, Россия, г. Сочи, ул. Я.Фабрициуса, 2/28, e-mail: agro-pochva@vniisubtrop.ru*

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ФИЦ СЦ РАН № 0492-2021-0010

Исследования проведены в длительном полевом 16-вариантном опыте на культуре чая в условиях Сочинского Черноморского побережья, на бурой лесной кислой почве. Внесение NPK-удобрений в различных дозах и сочетаниях осуществляли ежегодно с 1986 по 2011 г., с 2012 г. применение удобрений полностью прекращено. В период применения удобрений содержание гумуса постепенно увеличилось в зависимости от доз азотных удобрений, определявших продуктивность плантаций и количество растительных остатков, а также условия гумусообразования. Основной рост показателей отмечен в первые 12-15 лет с последующей стабилизацией на достигнутом уровне. На фоне одинарных доз азота (70-200 кг д.в./га в зависимости от возраста растений, в сочетании с РК) он составил в среднем 1,5/1,0 %; двойных и тройных доз (140-400 и 210-600 кг д.в./га) – 2,0/1,3 % по сравнению с исходным уровнем (3,2/2,5 % в слоях 0-20 и 20-40 см). Некоторое накопление гумуса (до уровня 4,0/3,0 %) отмечено и в вариантах без внесения азотных удобрений. На 8-10-й год отмены удобрений содержание гумуса в почве всех ранее удобрявшихся азотом плантаций снизилось до уровня неудобренных. Это связано с падением продуктивности плантаций, а также с особенностями качественного состава новообразованного органического вещества (высокая доля лигнина, слабая степень гумификации, высокая мобильность).

Ключевые слова: гумус, мониторинг, бурые лесные кислые почвы, чайные плантации, субтропики России, накопление, истощение.

Для цитирования: Козлова Н.В., Малюкова Л.С. Динамика содержания гумуса в почвах чайных плантаций субтропиков России при длительном применении минеральных удобрений и без них // Плодородие. – 2022. – №3. – С. 52-57. DOI: 10.25680/S19948603.2022.126.15.

Исследования в разных чаепроизводящих регионах мира: Китае, Индии, Грузии, на Черноморском побережье России свидетельствуют о значительном

увеличении запасов органического вещества в почве чайных плантаций, как о характерной для этих агроэкосистем особенности [3, 5, 6, 13, 14, 17]. Этому