

## АГРОФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОЗЕМА ТИПИЧНОГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПОД ЯРОВОЙ ЯЧМЕНЬ

*Е.В. Дубовик, д.б.н., Д.В. Дубовик, профессор РАН, д.с.-х.н.,*

*А.Н. Морозов, к.с.-х.н., А.В. Шумаков, к.с.-х.н.,*

*ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр»*

*305021, г. Курск, ул. К.Маркса, 70б, E-mail: [dubovikdm@yandex.ru](mailto:dubovikdm@yandex.ru), тел. (0712) 53-42-56*

*Изучено изменение агрофизических свойств чернозема типичного при различных способах основной обработки почвы (вспашка, комбинированная обработка, поверхностная обработка, прямой посев) под яровой ячменем. Установлено, что независимо от способа обработки почвы плотность чернозема типичного в нижнем слое (10-20 см) была на 6-12% выше, чем в верхнем слое (0-10 см). Общая пористость, вне зависимости от способа основной обработки почвы верхнего слоя, оценивалась как культурный пахотный, а нижний – как удовлетворительный пахотный слой. С учетом способов обработки почвы в верхнем слое выявлено преобладание агрегатов размером 10-0,25 мм при прямом посеве и тенденция к их снижению в следующей последовательности: комбинированная обработка (64%) → вспашка (61%) → поверхностная обработка (58%). В нижнем слое минимизация обработки почвы способствует повышению количества агрономически ценных агрегатов на 4-12% по отношению к вспашке. Водостойчивость чернозема типичного по сумме водостойчивых агрегатов >0,25 мм, независимо от способа обработки и изучаемого слоя почвы, оценивалась как отличная (63-70%). В верхнем слое отмечается превалирование средневзвешенного диаметра водостойчивых агрегатов при минимизации почвы по отношению к вспашке на 23-25%, что обусловлено большим количеством корневых остатков ( $r=0,97$ ).*

*Ключевые слова: чернозем типичный, вспашка, комбинированная обработка, поверхностная обработка, прямой посев, плотность почвы, пористость почвы, структурно-агрегатный состав.*

Для цитирования: Дубовик Е.В., Дубовик Д.В., Морозов А.Н., Шумаков А.В. Агрофизическое состояние чернозема типичного в зависимости от способа основной обработки почвы под яровой ячмень// Плодородие. – 2023. – №3. – С. 19-23. DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.04.

Обработка почвы – неперенное технологическое звено в системе земледелия. Способы обработки почвы непосредственно влияют на агрофизические, агрохимические, физико-химические и биологические её свойства [7]. Большое внимание в современном мире, помимо традиционных способов обработки почвы, уделяют ресурсосберегающим технологиям, в которых глубокие интенсивные обработки почвы заменяют минимальными, среди которых особое место отводят прямому посеву, или нулевой обработке почвы [12].

Внедрение в земледелие России прямого посева имеет ряд преимуществ: снижение затрат на механическую обработку, уменьшение воздействия тяжелой техники на почву и др. Однако отмечают и ряд недостатков: увеличение применения гербицидов, эффективность снижения поверхностного применения удобрений и др. [4, 5, 11].

Многие исследователи указывают на неоднозначное воздействие на агрофизические свойства способов основной обработки почвы. Так, при применении отвальной вспашки, по сравнению с поверхностной обработкой и прямым посевом, на типичных черноземах отмечают оптимальные показатели плотности, структурного состояния. При минимизации обработки почвы по сравнению с отвальной вспашкой часто происходит уплотнение ее верхнего слоя [2]. Вместе с тем, водостойчивость почвы по отношению к поверхностной обработке и вспашке преобладала при прямом посеве [6, 8].

**Цель исследований** – изучить воздействие различных способов основной обработки почвы на агрофизическое состояние чернозема типичного.

**Методика.** Изучение изменений агрофизического состояния чернозема типичного проведено в полевом стационарном опыте ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр» (Курская область, Курский район, п. Черемушки).

Опыт ведется в четырехпольном севообороте, возвращенном в пространстве и во времени. Чередование культур: 1 – горох; 2 – озимая пшеница; 3 – соя; 4 – яровой ячмень. В вариантах опыта изучали следующие способы 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 осуществляли без обработки почвы, сеялкой прямого посева Дон-114. Применение способов обработки почвы было постоянным с 2015 г. для каждого варианта. Размещение вариантов в полевом опыте систематическое в один ярус. Площадь посевной делянки 6000 м<sup>2</sup> (60×100), повторность трехкратная. В 2020 г. начата вторая ротация севооборота. В статье приведены результаты исследований за 2020-2022 г.

Агрофизическое состояние почвы изучали при возделывании яровой ячменя (сорт Суздалец). Технология возделывания данной культуры общепринятая для региона и по вариантам не различалась, за исключением способов основной обработки почвы. Особое внимание при этом уделяли технологии прямого посева; было учтено, что данная технология начинает действовать не ранее 4-го года систематического применения [3].

Объект исследования – чернозем типичный мощный тяжелосуглинистый. В слое 0-20 см содержание гумуса составляет 5,2%, щелочногидролизующего азота – 15,8

мг/100 г почвы, подвижного фосфора и калия (по Чирикову) – 20,7 и 12,9 мг/100 г почвы соответственно. Реакция почвенной среды слабокислая ( $pH_{KCl}$  5,3).

Плотность почвы определяли буровым методом по Н.А. Качинскому, общую пористость – методом расчета по Н.А. Качинскому. Для изучения структурно-агрегатного состава чернозема типичного во всех вариантах опыта из каждой повторности были отобраны образцы не нарушенного сложения почвы размером  $25 \times 25 \times 10$  см из слоев 0-10 и 10-20 см в 3-кратной повторности, что обусловлено различной глубиной обработки почвы. Отбор образцов проводили в период уборки ячменя. Структурно-агрегатный состав определен по методу Саввинова – сухое и мокрое просеивания [1]. Статистическая обработка данных проведена с использованием программ Microsoft Excel, Statistica.

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что независимо от способа обработки чернозема типичного в нижнем слое (10-20 см) плотность почвы была выше на 6-12%, чем в верхнем слое (0-10 см) (рис.1). При этом существенного изменения плотности почвы при различных способах обработки не выявлено, и данный показатель в верхнем слое составлял  $1,04-1,06$  г/см<sup>3</sup>, а в нижнем –  $1,12-1,18$  г/см<sup>3</sup>. Плотность чернозема типичного независимо от изучаемого слоя и способа обработки почвы (по Н.А. Качинскому) характеризовалась как типичная величина для культурной свежеспаханной пашни.

Помимо плотности чернозема типичного, было изучено изменение общей пористости почвы в слоях 0-10 см и 10-20 см (рис. 1). Так в верхнем (0-10 см) слое под всеми обработками почвы общая пористость была на 5-12% выше, чем в нижнем (10-20 см) слое. При этом существенного влияния изучаемых способов обработки чернозема типичного на общую пористость по слоям не установлено, данный показатель в верхнем слое составил 56-58%, а в нижнем – 51-53%.

Оценивая общую пористость, по шкале Н.А. Качинского, установлено, что вне зависимости от способа основной обработки почвы верхний слой характеризовался как культурный пахотный, а нижний – как удовлетворительный пахотный.

Вне зависимости от способа обработки и изучаемого слоя чернозема типичного были выявлены следующие закономерности изменения структурно-агрегатного состава (рис. 2):

- преобладание воздушно-сухих агрегатов  $>10$  мм ( $30,63 \pm 1,10$  %);

- наименьшее количество структурных отдельностей  $<1$  мм ( $6,86 \pm 0,63$  %).

При этом изменчивость агрегатов  $>5$  мм, 3-2 мм, 1-0,5 мм была средней, коэффициент вариации составил 11-18%. Для агрегатов 5-3 мм и  $<0,5$  мм уровень изменчивости был значимым при коэффициенте вариации 21-26%.

Содержание агрегатов размером 10-0,25 мм (агрономически ценные) в верхнем слое (0-10 см) чернозема типичного при прямом посеве было превалирующим (67%). С учетом способов обработки почвы выявлена тенденция к снижению агрегатов данного размера (10-0,25 мм) в следующей последовательности: комбинированная обработка (64%) → вспашка (61%) → поверхностная обработка (58%). В нижнем слое (10-20 см) минимизация обработки почвы способствует повышению

количества агрономически ценных агрегатов на 4-12% по отношению к вспашке.

Агрегатное состояние чернозема типичного по коэффициенту структурности независимо от способа обработки почвы и изучаемого слоя, оценивалось как отличное ( $K_{стр.} > 1,5$ ). Минимизация обработки почвы в верхнем слое способствовала повышению коэффициента структурности в 1,1-1,3 раза, по сравнению со вспашкой, что определялось количеством корневых остатков ( $r=0,45$ ).

Общими закономерностями, вне зависимости от способа обработки и изучаемого слоя, при оценке водоустойчивости чернозема типичного были (рис. 3):

- преобладание фракций  $<0,5$  мм ( $34,03 \pm 0,73$  %);

- наименьшее количество структурных отдельностей 3-2 мм ( $2,86 \pm 0,29$  %);

- средний уровень варьирования водоустойчивых агрегатов 1-0,25 мм ( $V=20-14$  %);

- значимый уровень варьирования водоустойчивых агрегатов  $>1$  мм ( $V=29-61$  %).

Суммарное количество водоустойчивых агрегатов  $>0,25$  мм, независимо от изучаемого слоя, было на 6-10 % выше при комбинированной, поверхностной обработках и прямом посеве, чем на вспашке (таб.). По классификации И.В. Кузнецовой [9] водоустойчивость чернозема типичного по сумме водоустойчивых агрегатов  $>0,25$  мм, независимо от способа обработки и изучаемого слоя почвы, оценивалась как отличная (63-70%).

Вне зависимости от обработки чернозема типичного средневзвешенный диаметр водоустойчивых фракций в верхнем слое (0-10 см) превышает таковой в нижележащем слое (10-20 см) в 1,3-1,9 раза. Вместе с тем, в верхнем слое отмечается превалирование средневзвешенного диаметра водоустойчивых агрегатов при минимизации почвы по отношению к вспашке на 23-25%. Это обусловлено большим количеством корневых остатков ( $r=0,97$ ).

Очень хорошая водоустойчивость чернозема типичного установлена по критерию водоустойчивости при прямом посеве в слое 10-20 см, данный показатель составил  $>500$ . При этом в верхнем слое (0-10 см) почвы, вне зависимости от обработки, а также в нижнем слое (10-20 см) во всех вариантах, кроме прямого посева, водоустойчивость чернозема типичного оценивалась как хорошая, а диапазон изменения данного показателя был от 215 до 447. Оценка водоустойчивости почвы по изучаемым слоям показала превалирование критерия водоустойчивости в нижнем слое, по сравнению с верхним в 1,4-2,0 раза. В пахотном слое (0-20 см) критерий водоустойчивости при применении прямого посева был выше в 1,3-1,4 раза, чем при других способах обработках почвы. Это обусловлено преобладающим количеством водоустойчивых агрегатов 1-0,25 мм и наименьшим содержанием воздушно-сухих агрегатов 1-0,25 мм.

Помимо общепринятых показателей оценки водоустойчивости почвы был проанализирован индекс агрегированности [10]. В основе индекса агрегированности лежат «весовые величины», которыми наделены водоустойчивые фракции различного размера в соответствии с их ролью в формировании агрономически ценной структуры почвы. В пахотном слое отмечается превышение индекса агрегированности при применении комбинированной, поверхностной обработок и прямого

посева в 1,1-1,2 раза по сравнению со вспашкой. Вместе с тем, в верхнем слое (0-10 см) чернозема типичного в вариантах с применением вспашки, комбинированной и поверхностной обработок установлено снижение дан-

ного показателя на 11-13% по сравнению с нижним слоем (10-20 см). При применении прямого посева отмечается обратная тенденция и в слое 10-20 см данный показатель был выше, чем в слое 0-10 см.

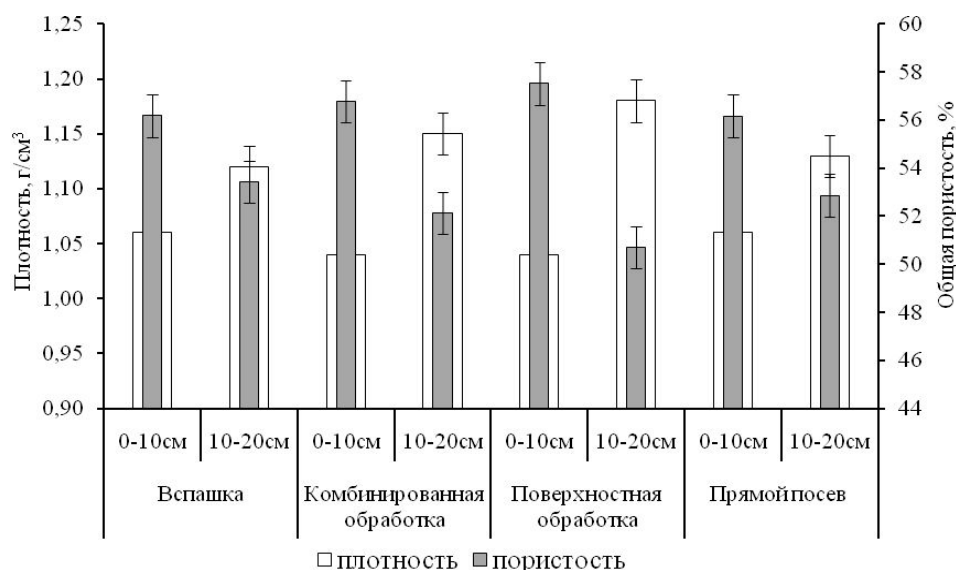


Рис. 1. Изменение плотности и пористости чернозема типичного при различных способах обработки почвы (здесь и далее по тексту разбросом показано стандартное отклонение)

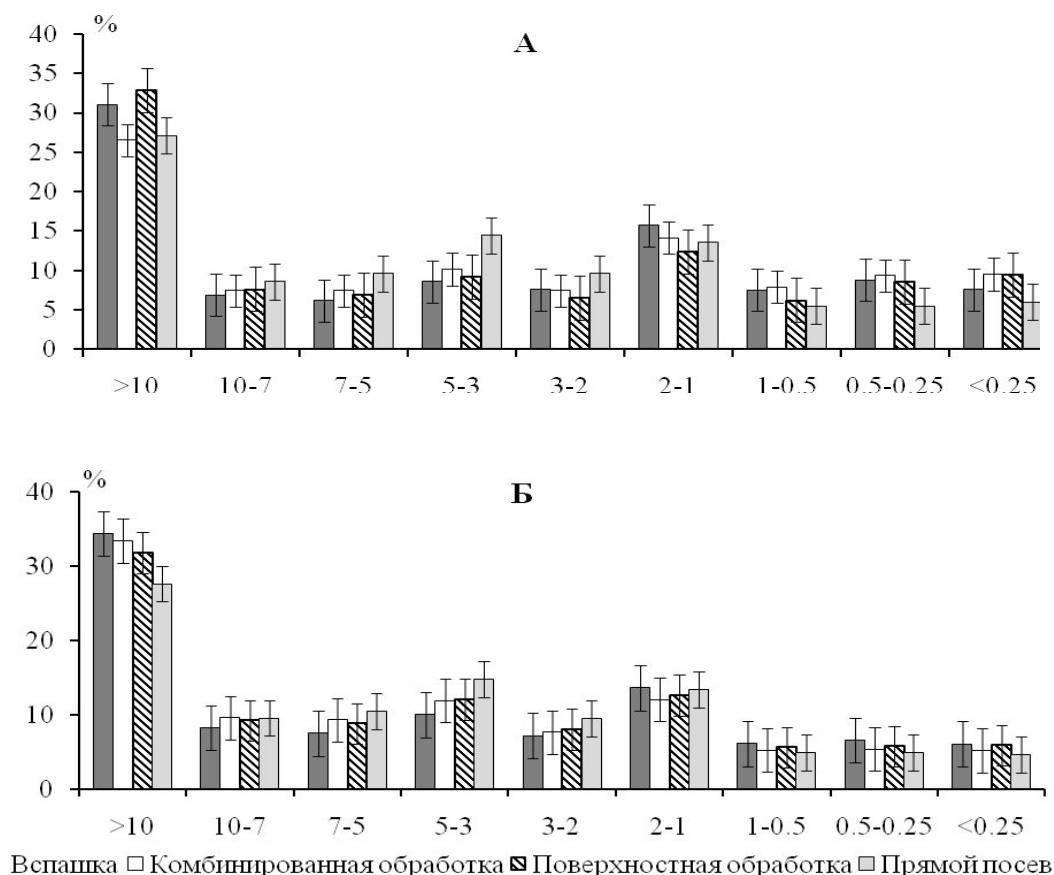


Рис. 2. Влияние способа обработки почвы на распределение воздушно-сухих агрегатов чернозема типичного в слое 0-10 см (А) и 10-20 см (Б)

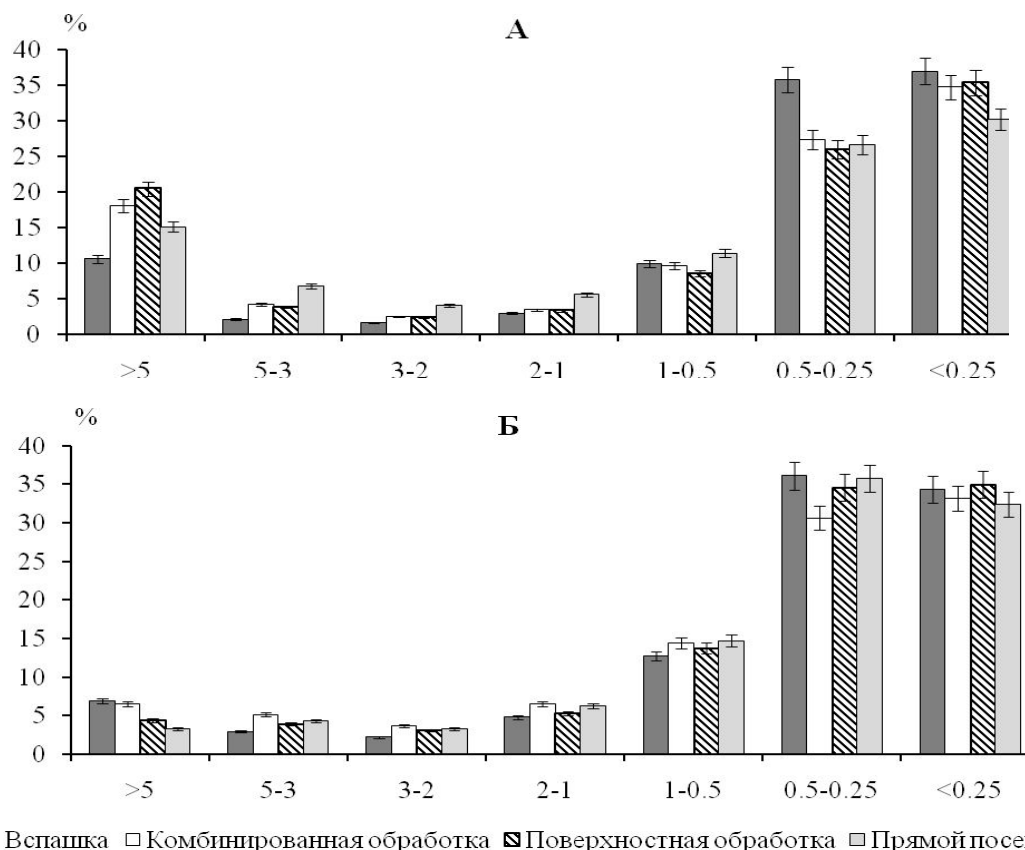


Рис. 3. Влияние способа обработки почвы на распределение водоустойчивых и неводоустойчивых агрегатов чернозема типичного в слое 0-10 см (А) и 10-20 см (Б)

Влияние способов обработки чернозема типичного на водоустойчивость почвы					
Способ обработки почвы	Глубина горизонта, см	Сумма водоустойчивых агрегатов, %	Средневзвешенный диаметр водоустойчивых агрегатов, мм	Критерий водоустойчивости	Индекс агрегированности
Вспашка	0-10	63,00	1,20	284	252
	10-20	66,69	0,94	392	286
Комбинированная обработка	0-10	65,23	1,58	215	278
	10-20	66,85	1,02	428	310
Поверхностная обработка	0-10	64,59	1,56	254	271
	10-20	65,00	0,85	447	300
Прямой посев	0-10	69,76	1,60	370	334
	10-20	67,64	0,86	555	315
НСР <sub>05</sub>	Обработка	5,45	0,49	103,5	57,15
	Слой	3,85	0,35	73,19	40,41

**Заключение.** В результате проведенных исследований установлено, что независимо от способа обработки почвы плотность чернозема типичного в нижнем слое (10-20 см) была выше на 6-12%, чем в верхнем слое (0-10 см). Общая пористость, вне зависимости от способа основной обработки почвы верхнего слоя, оценивалась как культурный пахотный, а нижний – как удовлетворительный пахотный слой. С учетом способов обработки почвы в верхнем слое (0-10 см) выявлены преобладание агрегатов размером 10-0,25 мм при прямом посеве и тенденция к их снижению в следующей последовательности: комбинированная обработка (64%) → вспашка (61%) → поверхностная обработка (58%). В нижнем слое (10-20 см) минимизация обработки почвы способствует повышению количества агрономически ценных агрегатов на 4-12% по отношению к вспашке. Водоустойчивость чернозема типичного по сумме водоустойчивых агрегатов >0,25 мм, независимо от способа обработки и изучаемого слоя почвы, оценивалась

как отличная (63-70%). В верхнем слое отмечается преобладание средневзвешенного диаметра водоустойчивых агрегатов при минимизации почвы по отношению к вспашке на 23-25%, что обусловлено большим количеством корневых остатков ( $r=0,97$ ).

#### Литература

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почвы. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
2. Васюков П.П., Лесовая Г.М., Чуварлеева Г.В., Мнатсакяня 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.
3. Дриггер В.К. Особенности проведения научных исследований по минимизации обработки почвы и прямому посеву: методические рекомендации. – Ставрополь: Сервисшкола, 2020. – 69 с.
4. Есаулко А.Н., Коростылев С.А., Сигида М.С., Голосной Е.В. Динамика показателей почвенного плодородия при возделывании сельскохозяйственных культур по технологии No-till в условиях Ставропольского края // Агрохимический вестник. – 2018. – №4. – С. 58-62.
5. Кирюшин В.И. Минимизация обработки почвы: перспективы и противоречия // Земледелие. – 2006. – №5. – С. 12-14.

6. Кураченко Н.Л., Леякова А.А. Устойчивость структурного состояния черноземов при минимизации основной обработки // Вестник КрасГАУ. – 2013. – №6. – С. 67-72.
7. Мищенко А.В., Карпова Д.В., Иванова Е.А., Абдулханова Д.Р., Петросян Р.Д. Структурное состояние пахотных серых лесных почвы Владимирского ополья при различных способах обработки // Агрохимический вестник. – 2020. – №5. – С. 9-16.
8. Черкасов Г.Н., Дубовик Е.В., Дубовик Д.В., Казанцев С.И. Влияние обработки почвы и минеральных удобрений на агрофизические свойства чернозема типичного // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – №5. – С. 39-41.

9. Шейн Е.В. Курс физики почв. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.
10. Dobrzanski B., Witkowska B., Walczak R. Soil aggregation and water stability index // Polish J. Soil Sci. 1975. V. VII. №1. P. 3-8.
11. Jin H., Hongwen L., Rasaily R.G., Qingjie W., Guohua C., Yanbo S., Xiaodong Q., Lijin L. Soil properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat-maize cropping system in North China Plain // Soil and Tillage Research, 2011, №113. – P. 48-54.
12. Pronin D. Einfluss unterschiedlicher Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren auf die vertikale Differenzierung von Bodenkennwerten auf lehmigem Sand (Brandenburg) und auf Schwarzerde (Novosibirsk) sowie auf ausgewählte Pflanzenmerkmale. – Aachen: Shaker Verlag, 2003. – P. 88-90.

#### CHANGES IN THE AGROPHYSICAL STATE OF TYPICAL CHERNOZEM DEPENDING ON THE METHOD OF PRIMARY TILLAGE FOR SPRING BARLEY

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

*Changes in the agrophysical properties of typical chernozem (Haplic Chernozems) with various methods of primary tillage (plowing, combined tillage, surface tillage, direct sowing) were studied under spring barley. It was found that regardless of the method of tillage, the density of typical chernozem in the 10-20 cm layer was by 6-12% higher than that in the 0-10 cm layer. According to the indicator of total porosity, with all methods of cultivation, the 0-10 cm soil layer was assessed as "cultivated arable", and the 10-20 cm layer was assessed as a "satisfactory arable" layer. The number of aggregates of agronomically valuable range (10-0.25 mm) in a layer of 0-10 cm was highest with direct sowing and, depending on the method of tillage, decreased in a series: combined tillage → plowing → surface tillage. In a layer of 10-20 cm, while minimizing tillage, the content of agronomically valuable aggregates was by 4-12% higher than that with plowing. The waterproofness of typical chernozem, regardless of the tillage method, both for the 0-10 cm layer and for the 10-20 cm layer was evaluated as excellent. At the same time, in a layer of 0-10 cm, the weighted average diameter of waterproof aggregates prevailed while minimizing the soil in relation to plowing by 23-25%, which was due to a large number of root residues ( $r=0.97$ ).*

*Keywords: typical chernozem, plowing, combined tillage, surface tillage, direct sowing, soil density, soil porosity, structural-aggregate composition.*

УДК: 631.452:631.445.2(571.12)

DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.05

## СОДЕРЖАНИЕ ПИТАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ ТЕРРИТОРИЙ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

**В.Н. Тимофеев<sup>1</sup>, к.с.-х.н., Е.П. Ренев<sup>1</sup>, к.с.-х.н., А.А. Гавричкин<sup>2</sup>, к.б.н., О.А. Вьюшина<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup>*Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Тюменского научного центра СО РАН*

*625501, Россия, Тюменский район, п. Московский, ул. Бурлаки, 2, Тюмень*

*e-mail: Timofeev\_vn2010@mail.ru, e-mail: vyushina63@mail.ru*

<sup>2</sup>*Всероссийский научно-исследовательский институт ветеринарной энтомологии и арахнологии – филиал ТюмНЦ СО РАН*

*625041, Россия, г. Тюмень, ул. Институтская, 2*

*Проведен анализ почвы на содержание питательных элементов (NPK) на примере Приуральского и Шурышкарского районов Ямало-Ненецкого автономного округа. Полученные результаты показали, что почвы этих районов кислые и сильнокислые – pH 4,2-6,0. Содержание NPK в почвах различно, так отмечается недостаток N-NO<sub>3</sub> на всех изученных участках, количество P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O в большинстве участков от среднего до высокого и изменяется по глубине профиля почвы. Для стабильного сельскохозяйственного использования земель и получения определенной продукции необходимо применение органических и минеральных удобрений для улучшения структуры, содержания органических остатков и питательных элементов.*

*Ключевые слова: северные подзолистые почвы, содержание элементов питания, кислотность.*

Для цитирования: Тимофеев В.Н., Ренев Е.П., Гавричкин А.А., Вьюшина О.А. Содержание питательных элементов в почвах территорий Ямало-Ненецкого автономного округа // Плодородие. – 2023. – №3. – С. 23-25. DOI: 10.25680/S19948603.2023.132.05.

Одна из приоритетных задач российской экономики на ближайшие десятилетия – развитие арктических территорий. Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО) является одним из основных регионов со значительными запасами углеводородов и рудных полезных ископаемых [3, 4]. В настоящее время на Севере широко внедряют практику органического земледелия и производство сельскохозяйственной продукции. Это особенно важно для удаленных и частично изолированных регионов [1, 2].

По почвенно-климатическим условиям ЯНАО можно разделить на три зоны: северную – тундровую, среднюю – лесотундровую и южную – северотаежную. Исследованиями Ямальской сельскохозяйственной опытной станции доказана возможность земледелия в северотаежной и лесотундровой зонах. Почвы обеих зон сильнокислые – pH<sub>сол.</sub> 3-5, имеют низкое содержание питательных веществ, почвообразовательный процесс слабо выражен и протекает очень медленно. Для создания культурного плодородного пахотного слоя необхо-