

УДК 631.51.01

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-99-102>Тип статьи: Оригинальное исследование
Type of article: Original research**Гладышева О.В.,
Свирина В.А.,
Артюхова О.А.**

Институт семеноводства и агротехнологий – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ» (ИСА – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ) Россия, 390502, Рязанская область, Рязанский район, с. Подвьязь, ул. Парковая, д. 1
E-mail: podvyaze@bk.ru

Ключевые слова: оподзоленный чернозем, основная обработка почвы, плотность, водопрочность, агрегатный состав, урожайность.

Для цитирования: Гладышева О.В., Свирина В.А., Артюхова О.А. Влияние разных по интенсивности приемов основной обработки оподзоленного чернозема на состояние плодородия и продуктивность культур. *Аграрная наука*. 2020; 340 (7): 99–102.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-99-102>**Конфликт интересов отсутствует****Olga V. Gladysheva,
Vera A. Svirina,
Oksana A. Artyukhova**

Institute of Seed and Agrotechnologies is a branch of the Federal State Budget Research Institution "Federal Scientific Agroengineering Center VIM"(ISA - a branch of the FSBI FNATS VIM)

1, st.Parkovaya, p. Podvyaze, Ryazan district, Ryazan region, 390502, Russia
E-mail: podvyaze@bk.ru

Key words: podzolized chernozem, basic tillage, density, water resistance, aggregate composition, productivity.

For citation: Gladysheva O.V., Svirina V.A., Artyukhova O.A. Influence of different intensity methods of basic processing of podzolized chernozem on the state of fertility and productivity of crops. *Agrarian Science*. 2020; 340 (7): 99–102. (In Russ.)

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-340-7-99-102>**There is no conflict of interests**

Влияние разных по интенсивности приемов основной обработки оподзоленного чернозема на состояние плодородия и продуктивность культур

РЕЗЮМЕ

Актуальность. В условиях Рязанской области значительная часть почвенного покрова имеет не вполне благоприятные свойства (высокую равновесную плотность и низкую водопрочность), поэтому выбор оптимальной системы обработки для определенного типа почвы является одним из основных условий повышения плодородия, а также гарантом получения высоких урожаев возделываемых культур.

Материал и методы. В статье представлены результаты исследований за три ротации севооборота (1992–2017 годов) по изучению влияния систем обработок почвы на агрофизические свойства оподзоленного чернозема (деградированного) и продуктивность сельскохозяйственных культур в условиях юга Центрального Нечерноземья с применением общепринятой агротехники для данной зоны. Длительность исследований позволила охватить разные по метеоусловиям периоды.

Результаты. Проведен сравнительный анализ эффективности пяти вариантов систем механической обработки почвы, применение которых способствует разуплотнению почвы и повышению ее порозности до 51,9–53,9% в сравнении с исходным показателем в 48,3–48,7%. Повысилось количество водопрочных агрегатов на 17,2–19,8% по сравнению с исходными данными. За годы проведения опыта увеличилась способность почвы удерживать влагу, наименьшая влагоемкость, которой за три ротации севооборота возросла с 26,1 до 32,0%. Определена продуктивность возделываемых сельскохозяйственных культур, которая в зависимости от применяемых систем обработок увеличивалась на 10,2–22,7%. Были выявлены сильные и слабые стороны каждой из пяти представленных систем основной обработки почвы и рассчитаны коэффициенты энергетической эффективности (КЭЭ).

Influence of different intensity methods of basic processing of podzolized chernozem on the state of fertility and productivity of crops

ABSTRACT

Relevance. In the conditions of the Ryazan region, a significant part of the soil cover has not quite favorable properties (high equilibrium density and low water resistance), so the choice of the optimal cultivation system for a certain type of soil is one of the main conditions for increasing fertility, as well as a guarantee of obtaining high yields of cultivated crops.

Material and methods. The article presents the results of studies for three crop rotation rotations (1992–2017) to study the effect of soil cultivation systems on the agrophysical properties of podzolized chernozem (degraded) and crop productivity in the conditions of the south of the Central Non-Black Earth Region using generally accepted agricultural techniques for this zone. The duration of the studies made it possible to cover periods different in meteorological conditions.

Results. A comparative analysis of the effectiveness of five options for mechanical tillage systems has been carried out, the use of which contributes to the softening of the soil and increase its porosity to 51.9–53.9% compared with the initial rate of 48.3–48.7%. The number of water-resistant units increased by 17.2–19.8% compared with the initial data. Over the years of the experiment, the ability of the soil to retain moisture has increased, the lowest moisture capacity, which has increased from 26.1% to 32.0% during three rotation of the crop rotation. The productivity of cultivated crops was determined, which, depending on the applied treatment systems, increased by 10.2–22.7%. The strengths and weaknesses of each of the five main soil tillage systems presented were identified and energy efficiency coefficients (CEE) were calculated.

Поступила: 9 июля
После доработки: 30 июля
Принята к публикации: 31 июля

Received: 9 July
Revised: 30 July
Accepted: 31 July

Введение

В современных экономических условиях немаловажное влияние в повышении рентабельности сельскохозяйственного производства оказывает основная обработка почвы [7, 15]. Несмотря на многочисленные исследования по обработке почвы, проблемы снижения энергозатрат и степень адаптивности различных систем обработки почвы к конкретным условиям остаются дискуссионными, а зачастую и противоречивыми [6, 8, 14, 15].

Обработка почвы — важное звено системы земледелия и при правильном выборе применительно к почвенным разностям и культурам севооборота один из приемов повышения плодородия почвы [1, 2, 4, 11, 12, 15]. Установлено, что отвальные и безотвальные, минимальные, поверхностные и глубокие обработки, как и любой агроприем, имеют свои сильные и слабые стороны и подходить надо к ним дифференцированно [4, 10, 13, 15].

В практике при основной подготовке почвы преимущественно используют отвальную систему обработки, которая остается весьма энергоемкой [9]. При этом следует отметить, что в Центральном регионе, в том числе Рязанской области значительная часть почвенного покрова имеет не вполне благоприятные агрофизические свойства, в частности высокую равновесную плотность, низкую водопрочность.

Цель настоящих исследований — изучить различные по интенсивности системы основной обработки почвы и выявить их влияние на агрофизические показатели плодородия и продуктивности культур в севообороте.

Новизна исследований состоит в том, что впервые в условиях южной части Нечерноземной зоны на оподзоленном черноземе проводятся длительные опыты по системам основной обработки почвы.

Методика

Исследования проводятся на опытном полигоне ИСА — филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИС с 1992 года в стационарном полевом 8-польном зерноотравапропашном севообороте. Фоном под зерновые культуры и кукурузу вносятся минеральные удобрения N90P90K90, в среднем по севообороту — 68,5 кг д. в. Чередование культур: вико-овсяная смесь — озимая пшеница — кукуруза — ячмень с подсевом многолетних трав — многолетние травы 1 г. п. — многолетние травы 2 г. п. — озимая пшеница — ячмень.

В севообороте изучали 5 вариантов механической обработки почвы: № 1 — отвальная вспашка на 20 см — 5-кратная за ротацию; № 2 — отвальное лущение на 10–12 см 5-кратное в сочетании с 2-кратным чизелеванием; № 3 — отвальное лущение на 10–12 см 2-кратное, дискование на 8–10 см 1-кратное и 2-кратная вспашка на глубину 27 см в сочетании с чизельной обработкой на 30 см; № 4 — отвальное лущение на 10–12 см 2-кратное, дискование на 8–10 см 1-кратное и 2-кратная вспашка двухъярусным плугом на глубину 27–30 см; № 5 — отвальное лущение на 10–12 см 1-кратное, дискование на 8–10 см в сочетании с плоскорезной обработкой на 20 см 2-кратное, плоскорезная обработка на 20 см 1-кратная, отвальное лущение на 10–12 см в сочетании с чизелеванием 1-кратное. Вариант № 1 принят за контроль.

Почва — оподзоленный чернозем (деградированный) с содержанием в пахотном слое гумуса — 3,64%, подвижного фосфора — 16,7 мг/100 г почвы, обменного калия — 14,2 мг/100 г почвы, равновесная плотность сложения почвы — 1,43–1,48 г/см³, общая порозность — 48,5%, содержание водопропрочной структуры — 39,7%.

Агротехника возделывания сельскохозяйственных культур общепринятая для зоны. Повторность 4-кратная, расположение делянок — систематическое. Метод учета урожая — сплошной поделочный. Статистическую обработку результатов исследований осуществляли по Б.А. Доспехову [5], энергетическую эффективность рассчитывали по методике Володина В.М. [3].

Длительность исследований позволила охватить разные по метеоусловиям периоды, с нормальным увлажнением, засушливые и с избыточным увлажнением. В I ротации: 2 засушливых, 1 влажный и 5 близких к среднемноголетним значениям; во II ротации: 3 засушливых, 2 влажных, 3 с нормальным увлажнением; в III ротации: 3 засушливых, 3 влажных и 4 близких к среднемноголетним значениям.

Результаты исследований и их обсуждение

В процессе исследования было изучено влияние разных систем основной обработки почвы на изменение плотности сложения, которую считают интегральным и динамичным показателем физического состояния корневобитаемого слоя (табл. 1).

Установлено, что длительное применение механических обработок почвы разуплотняют её по сравнению с исходной плотностью. Меньшее разуплотнение происходит на вариантах без глубокой вспашки № 2 и № 5.

Принимая во внимание неодинаковую реакцию сельскохозяйственных культур к плотности сложения почвенных агрегатов, необходимо более тщательно подходить к выбору системы обработки почвы.

Как показывают наши исследования, разноглубинная обработка почвы в севообороте с учётом биологических особенностей и реакции на неё конкретной возделываемой культуры является наиболее адаптивно ориентированной.

Способы обработки почвы не оказали существенного влияния на влажность почвы в слое 0–50 см, что связано с гранулометрическим составом почвы. Однако в пахотном слое влажность почвы при плоскорезной обработке несколько выше — 18,9%, что связано с отсутствием оборота пласта и потерей влаги через испарение с поверхности.

За годы проведения опыта увеличилась способность почвы удерживать влагу. Наименьшая влагоемкость почвы выросла с 26,1 до 32,0%.

В наших исследованиях при понижении плотности сложения повышается ее порозность. Определение

Таблица 1. Плотность сложения почвы, г/см³ в слое 0–30 см (в среднем за вегетацию)

Table 1. Density of soil bulk, g / cm³ in a layer of 0–30 cm (on average for the growing season)

Ротации севооборота	Система основной обработки почвы				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Исходный	1,436	1,489	1,433	1,433	1,440
I — 1992–1999 годы	1,353	1,367	1,357	1,355	1,343
II — 2000–2007 годы	1,435	1,422	1,418	1,418	1,460
III — 2008–2017 годы	1,330	1,335	1,321	1,314	1,368
± к исходному	-0,106	-0,104	-0,112	-0,119	-0,072

строения пахотного слоя почвы по различным обработкам показало, что пористость почвы находится в обратной зависимости от общей порозности ($r_1 = -0,38$; $r_2 = -0,60$; $r_3 = -0,50$; $r_4 = -0,53$; $r_5 = 0,18$).

Оптимальные показатели пористости почвы колеблются в широких пределах и зависят от типа почвы, ее гумусированности и возделываемой культуры. По мнению Л.В. Ильиной, благоприятные условия водно-воздушного и пищевого режимов складываются, когда в слое 0–20 см общая пористость составляет 53–55% объема почвы, а некапиллярная (аэрация) составляет около 20%.

Общая исходная порозность при закладке опыта составляла лишь 48,3–48,7% от объема почвы, некапиллярная 11,7–12,2% (табл.2).

Изучаемые системы обработки почвы на оподзоленном черноземе позволяют поддерживать ее в оптимальном состоянии длительное время и улучшать строение (порозность) почвы. В результате трёх ротаций по всем системам обработки средняя общая порозность составила 51,9–53,9%, минимальный прирост по сравнению с

исходным значением отмечен на варианте № 5 — 6,6%, максимальный — на варианте № 4 — 11,1%.

Использование в севообороте периодических глубоких обработок с оборотом пласта (варианты № 3 и № 4) позволило увеличить порозность аэрации (некапиллярная) к исходному значению на 6,4–6,3%, что составило 18,6–18,3% и является наиболее близким показателем к оптимальной пористости в сравнении с другими обработками. В тоже время по обработке № 5 прирост порозности аэрации был практически в два раза ниже. Применение в севообороте отвальной вспашки (№ 1) и отвального лущения с 2-кратным чизелеванием (№ 2) привело также к увеличению порозности аэрации почвы, но с меньшим эффектом в сравнении с вариантами № 3 и № 4. Таким образом, некоторое снижение интенсивности обработки не приводит к ухудшению водно-воздушного режима.

Выявлено, что изучаемые обработки способствовали увеличению количества водопрочных агрегатов (размером 0,25 мм) на 17,2–19,8% по сравнению с исходными данными (табл. 3).

Максимальные значения прироста к исходному показателю зафиксированы при применении обработок № 3 и № 4. Наименьший прирост водопрочной структуры отмечен на вариантах с менее интенсивной обработкой в севообороте № 2 и № 5.

Ключевым показателем, обобщающим исследуемые варианты обработок и их влияние на агрофизические свойства почвы, является продуктивность севооборота (табл. 4).

Многолетние наблюдения выявили плавное нарастание продуктивности севооборота по ротациям и некоторые различия по системам обработки. Так, продуктивность севооборота при системе обработки № 1 увеличилась на 9,3 ц к.ед./га, или на 15,5%, № 2 — на 8 ц к.ед./га, или на 13,2%, № 3 — на 11,1 ц к.ед./га, или на 18,0%, № 4 — на 14,1 ц к.ед./га, или на 22,7%, № 5 — на 6,2 ц к.ед./га или на 10,2%.

В сравнении с вариантом обработки почвы № 1 предложенные варианты № 3 и № 4 оказались более действенными в севообороте, обеспечили благоприятные условия для развития растений и наивысший сбор продукции. И напротив, вариант с обработкой № 5 в сравнении с вариантом № 1 был менее эффективным.

Оценивая эффективность использования периодической глубокой отвальной вспашки в севообороте (варианты № 3 и № 4) можно отметить, что коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) у них равен 3,25–3,44 ед., что на 10,8% больше контроля № 1. Затраты энергии на 1 кг к.ед. при указан-

Таблица 2. Изменение порозности почвы под влиянием обработки в слое 0–30 см, %

Table 2. Change in soil porosity under the influence of processing in a layer of 0–30 cm, %

Ротации севооборота	Система обработки почвы									
	№ 1		№ 2		№ 3		№ 4		№ 5	
	1*	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Исходные	48,3	11,7	48,5	12,2	48,7	12,2	48,5	12,0	48,7	12,0
I — 1992–1999 гг.	49,2	13,1	49,3	13,4	49,8	14,2	49,9	14,1	50,0	14,8
II — 2000–2007 гг.	53,1	18,2	53,3	17,9	54,9	18,9	54,8	18,4	53,4	14,7
III — 2008–2017 гг.	55,0	19,8	55,0	20,0	56,9	22,7	56,9	22,3	52,3	17,6
Среднее	52,4	17,0	52,5	17,1	53,9	18,6	53,9	18,3	51,9	15,7
± к исходному	+4,1	+5,3	+4,0	+4,9	+5,2	+6,4	+5,4	+6,3	+3,2	+3,7

* 1 — общая порозность, 2 — некапиллярная

Таблица 3. Содержание водопрочной структуры при различных системах обработки почвы по ротациям севооборота (слой 0–30 см), %

Table 3. The content of the water-resistant structure for various systems of soil cultivation according to crop rotation rotations (layer 0–30 cm), %

Ротации севооборота	Система обработки почвы				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Исходные	39,5	40,1	39,4	39,4	39,8
I — 1992–1999 годы	49,4	51,1	52,2	52,6	53,2
II — 2000–2007 годы	55,4	57,1	57,3	58,0	57,2
III — 2008–2017 годы	58,2	58,4	59,2	59,3	57,0
+ к исходным	+18,7	+18,3	+19,8	+19,3	+17,2

Таблица 4. Продуктивность севооборота по ротациям, ц / га к.ед.

Table 4. Productivity of crop rotation by rotation, c / ha feed units

Ротации севооборота	Система обработки почвы				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
I — 1992–1999 годы	60,0	60,7	61,6	62,0	60,9
II — 2000–2007 годы	66,0	66,3	70,2	69,7	64,6
III — 2008–2017 годы	69,3	68,7	72,7	76,1	67,1

ных обработках в севообороте составляют 3,23 МДЖ, а при обработке № 1- 4,77 МДЖ.

Выводы

Изучение различных по интенсивности систем основной обработки почвы выявило их в целом позитивное влияние на агрофизические показатели пло-

дородия чернозема оподзоленного и продуктивность культур в севообороте. Снижение интенсивности обработки способствовало улучшению водопроходной структуры почвы, её пористости. Наилучшими по результатам исследования признаны обработки в севообороте с периодически проводимыми глубокими отвальными вспашками № 3 и № 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борин А.А., Коровина О.А., Лощинина А.Э. Продуктивность севооборота и плодородие почвы при различных технологиях ее обработок. *Плодородие*. 2015;(2):25-26.
2. Васюков П.П., Чуварлеева Г.В. Оценка изменения плодородия чернозема выщелочного Краснодарского края в зависимости от систем основной обработки почвы. *Плодородие*. 2018;(3):17-21.
3. Володин В.М. Методика определения экономической емкости и биоэнергетического потенциала территории агроландшафта. *Курск*. 2000. 32 с.
4. Воронцов В.А. Система обработки почвы в условиях Северо-Восточной части Центрального Черноземья. *Аграрная наука*. 2008;(9):18-24.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: *Агропромиздат*, 1985. 351 с.
6. Драганская М.Г., Куриленко А.Т. Способы обработки почвы и засоренность посевов яровых культур. *Земледелие*. 1998;(5):24-25.
7. Конищев А.А. Концепция формирования ресурсосберегающей технологии возделывания зерновых культур в Нечернозёмной зоне. *Вестник РАСХН*. 2009;(5):25-27.
8. Новиков В.М. Эффективность систем основной обработки почвы в севообороте. *Земледелие*. 2008;(1):24-25.
9. Пестряков А.М. На принципах разноглубинности и многовариантности. *Земледелие*. 2007;(2):19-21.
10. Пестряков А.М. Влияние основной обработки темно-серой лесной почвы на ее плодородие и урожайность сельскохозяйственных культур. Автореф. дисс.... кандидата с.-х. наук, Немчиновка, 1985. 17 с.
11. Пестряков А.М. Изменение плодородия чернозема оподзоленного в зависимости от системы обработки почвы. *Агроэкологические основы применения удобрений в современном земледелии. Материалы 48-й Международной научной конференции молодых ученых, специалистов - агрохимиков и экологов*. М.: ВНИИА. 2014. С.177-179.
12. Пестряков А.М., Гладышева О.В. Способы и приемы, способствующие повышению эффективности ресурсосбережения в агротехнологиях. *Почвозащитное земледелие*. Курск. 2015. С.22-27.
13. Плещачев Ю.Н., Перекрестов Н.В. Влияние способов основной обработки почвы и удобрений на продуктивность пшеницы. *Плодородие*. 2016;(4):6-8.
14. Савоскина О.А. Агроэкологическая роль ресурсосберегающих приемов обработки дерново-подзолистой почвы эрозионно-опасных ландшафтов Нечернозёмной зоны. Автореферат диссертационной работы на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. М., 2012. 41 с.
15. Скипин Л.Н., Перфильев Н.В., Захарова Е.В., Гаева Е.В. Состояние почвы и урожайность культур при разных системах основной обработки. *Плодородие*. 2014;(4):24-26.
16. Турусов В.И., Гармашов В.М., Корнилов Н.А., Нужная Н.А., Дудченко С.Е. Эффективность различных приемов основной обработки под горох. *Земледелие*. 2016;(8):22-24.

ОБ АВТОРАХ:

Гладышева Ольга Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук
Свирина Вера Алексеевна, старший научный сотрудник
Артюхова Оксана Алексеевна, младший научный сотрудник

REFERENCES

1. Borin A.A., Korovina O.A., Loshchinina A.E. The productivity of crop rotation and soil fertility with various technologies of its processing. *Fertility*. 2015;(2):25-26. (In Russ.)
2. Vasyukov P.P., Chuvarleeva G.V. Assessment of changes in fertility of leached chernozem in Krasnodar region depending on the systems of basic tillage. *Fertility*. 2018;(3):17-21. (In Russ.)
3. Volodin V.M. Methodology for determining the economic capacity and bioenergy potential of the agricultural landscape. *Kursk*. 2000. 32 p. (In Russ.)
4. Vorontsov V.A. Tillage system in the conditions of the North-Eastern part of the Central Chernozem region. *Agrarian science*. 2008;(9):18-24. (In Russ.)
5. Dospekhov B.A. Field experiment technique. M.; *Agropromizdat*, 1985. 351 p. (In Russ.)
6. Draganskaya M.G., Kurylenko A.T. Soil cultivation methods and weediness of spring crops. *Agriculture*. 1998;(5):24-25. (In Russ.)
7. Konischev A.A. The concept of the formation of resource-saving technology for the cultivation of grain crops in the Non-Black Earth Zone. *Bulletin of RAAS*. 2009;(5):25-27. (In Russ.)
8. Novikov V.M. Efficiency of primary tillage systems in crop rotation. *Agriculture*. 2008;(1):24-25. (In Russ.)
9. Pestryakov A.M. Based on the principles of depth and multivariance. *Agriculture*. 2007;(2):19-21. (In Russ.)
10. Pestryakov A.M. Influence of the main cultivation of dark gray forest soil on its fertility and productivity of agricultural crops. Author's abstract diss.... candidate s.-kh. Sciences, Nemchinovka, 1985. 17 p. (In Russ.)
11. Pestryakov A.M. Changes in the fertility of podzolized chernozem depending on the soil cultivation system. Agroecological foundations for the use of fertilizers in modern agriculture. *Materials of the 48th International Scientific Conference of Young Scientists, Specialists - Agrochemists and Ecologists*. M.: VNIIA. 2014. P.177-179. (In Russ.)
12. Pestryakov A.M., Gladysheva O.V. Methods and techniques to improve the efficiency of resource conservation in agricultural technologies. *Conservation agriculture. Kursk*. 2015. P.22-27. (In Russ.)
13. Pleskachev Yu.N., Perekrstov N.V. Influence of basic tillage and fertilization methods on wheat productivity. *Fertility*. 2016;(4):6-8. (In Russ.)
14. Savoskina O.A. Agroecological role of resource-saving methods of processing sod-podzolic soil of erosion-hazardous landscapes of the Non-Chernozem zone. *Abstract of dissertation work for the degree of Doctor of Agricultural Sciences*. M., 2012. 41 p. (In Russ.)
15. Skipin L.N., Perfilyev N.V., Zakharova E.V., Gaeva E.V. Soil condition and crop yields under different basic tillage systems. *Fertility*. 2014;(4):24-26. (In Russ.)
16. Turusov V.I., Garmashov V.M., Kornilov N.A., Nuzhnaya N.A., Dudchenko S.E. The effectiveness of various methods of basic processing for peas. *Agriculture*. 2016;(8):22-24. (In Russ.)

ABOUT THE AUTHORS:

Olga V. Gladysheva, Cand. Sci. (Agriculture)
Vera A. Svirina, Senior Researcher
Oksana A. Artyukhova, Junior Researcher