

его проведения является мелиортивно-паровое звено полевых севооборотов – после озимой ржи.

Литература

1. Перфильев Н. В., Вьюшина О. А. Элементы плодородия и продуктивность пашни в зависимости от обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2020. – Т. 50. – № 1. – С. 5-12. doi: 10.26898/0370-8799-2020-1-1
2. Самофалова И. А. Влияние способов основной обработки на структурно-агрегатный состав дерново-подзолистой почвы в Нечерноземной зоне // Земледелие. – 2019. – № 1. – С. 24-28. doi: 10.24411/00443913-2019-10107.
3. Немченко В.В., Волюнкина О.В., Дерябин В.П. Системы обработки почвы и ее плодородие // Агрохимический вестник. – 2022. – №3. – С.86-96. Doi: 10.24412/1029-2551-2022-3-016.
4. Киришин В.И. Состояние и проблемы развития адаптивно-ландшафтного земледелия // Земледелие. – 2021. – №2. – С.3-7. Doi: 10.244/0044 – 3913-2021-10201
5. Киришин В.И. Концепция развития земледелия в Нечерноземье. – СПб.: ООО «Квадро», 2020. – 276 с.
6. Савенков В.П. Твердость и влагообеспеченность почвы при различных системах основной ее обработки // Плодородие. – 2022. – № 4. – С. 55-58. DOI: 10.25680/S19948603.2022.127.15
7. Системы земледелия на мелиорированных землях Нечерноземной зоны РСФСР (рекомендации). – М: Россельхозиздат, 1984. – 180 с.

8. Шевченко В.А., Соловьев А.М., Бубер А.Л. Влияние приемов обработки почвы на агрофизические показатели плодородия при возделывании ячменя на мелиорированных землях Верхневолжья // Плодородие. – 2018. – № 4. – С. 40-43.
9. Кизяев Б.М., Мамаев З.М., Перишина О.Ф. Агромелиоративные мероприятия на минеральных переувлажненных землях. – М.: ВНИИА, 2013. – 140 с.
10. Новоселов С.И., Кузьминых А.Н., Еремеев Р.В. Плодородие почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур в зависимости от основной обработки и севооборота // Плодородие. – 2019. – № 6. – С. 22-25. DOI: 10.25680/S19948603.2019.111.06
11. Митрофанов Ю.И. Роль мелиорации и отдельных приемов земледелия в повышении продуктивности переувлажняемых почв // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – №3. – С. 30-33.
12. Митрофанов Ю.И., Анциферова О.Н. Гребнистый способ посева зерновых культур на осушаемых землях // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – №3. – С. 301-312. DOI:10.30766/2072-9081.2020.21.3.301-312
13. Митрофанов Ю.И., Гуляев М.В., Пугачева Л.В., Первушина Н.К. Новый способ щелевания осушаемых почв // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – №5. – С. 541-545. DOI: 10.55186/25876740_2022_65_5_541
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

INFLUENCE OF BASIC TILLAGE SYSTEMS ON PRODUCTIVITY AND AGROCHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL

Yu.I. Mitrofanov, PhD (Agric.), M.V. Gulyaev, Cand. (Agric.)

Federal Research Centre V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Pyzhevsky per., 7, bld. 2, 119017, Moscow, Russia, 2016vniimz-noo@list.ru

The work was carried out in the period 2014-2022 at the Gubino VNIIMZ agricultural polygon in the Tver region. Soddy-podzolic cultivated light loamy gleyic soil on a thin binomial, drained by closed pottery drainage. Volumetric slotting was carried out under the first culture of the experiment to a depth of 45-50 cm using a specially designed tool. Slit width 16 cm, slot spacing 140 cm. It has been established that the most effective is the combined tillage system with the combined use of volumetric slotting and ridge tillage technology in the crop rotation. On average, over the first 5 years, with raised bed plowing, the yield of oats increased by 0.36 t/ha (12.0%), under the influence of slotting – by 0.60 (20.0%), with their combined action – by 0.82 t/ha or 27.0%. Yield increases were obtained due to an increase in the number of productive stems and the mass of grain in the panicle: with slotting – by 8.4 and 11.3%, with ridge plowing – by 6.1 and 12.0%. The use of slotting makes it possible to expand the functionality of methods for minimizing tillage for individual crops in a crop rotation. In terms of agrochemical properties, the most significant changes were observed with combined and minimum tillage systems. For 7 years, with a combined treatment option, the humus content in a layer of 0-20 cm increased by 0.21%, with a minimum – by 0.30%, with a ridge – by 0.07%, with a moldboard it decreased by 0.02 -0.16 %. The acidity (pH) of the soil increased by 0.30-0.34 for all treatment options, the saturation with bases decreased by 4.3-8.2%. Changes in the soil-absorbing complex were less significant with the combined tillage system (4.3%), the most – with the minimum one (8.2%).

Key words: drained soil, oats, tillage system, volumetric slotting, ridge plowing, agrochemical properties, yield.

УДК 631.416.8:631.432

DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.16

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ МЕДИ, ЦИНКА И МАРГАНЦА В ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Г.А. Ступакова, к.б.н., А.А. Лапушкина, к.б.н., Е.Э. Игнатьева,

Т.И. Щиплецова, Д.К. Митрофанов, Е.Ю. Ветрова,

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт имени Д.Н. Прянишникова (ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»)

127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д.31А

Работа выполнена по государственному заданию FGWR-2021-0004

Дана сравнительная характеристика двух наборов (пакетов) методов определения подвижных форм меди, цинка и марганца в дерново-подзолистой почве разного гранулометрического состава. Исследования проведены на 35 Государственных стандартных образцах (ГСО) почвы, отобранной в разных почвенно-климатических зонах. Показано, что образцы, проанализированные ГОСТированными методами (1 пакет), имеют значения в 17 раз больше для меди и в 1,9 раза больше для марганца, в то время как величины цинка близки между собой. Отмечено, что при определении подвижных форм металлов первым пакетом методик экстракция меди выше по сравнению с цинком, вторым пакетом, наоборот, в почвенной вытяжке преобладает цинк, а не медь. Вне зависимости от гранулометрического состава, места отбора образцов дерново-подзолистой почвы, ГОСТированные методы извлекают подвижные

формы меди больше в 8,3-20,4 раза, марганца в 1,3-3,3, цинка в 1,4-2,4 раза. Исключение составила дерново-подзолистая супесчаная почва, где содержание цинка, извлеченное двумя методами, было на одном уровне.

Ключевые слова: стандартные образцы, подвижные формы металлов, гранулометрический состав, коэффициент корреляции, теснота связи, дерново-подзолистая почва.

Для цитирования: Ступакова Г.А., Лапушкина А.А., Игнатъева Е.Э., Щиплецова Т.И., Митрофанов Д.К., Ветрова Е.Ю. Сравнительная оценка содержания подвижных форм меди, цинка и марганца в дерново-подзолистой почве в зависимости от метода определения // Плодородие. – 2023. – №5. – С. 64-68. DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.16.

Стандартные образцы одного типа почвы, отобранные в разных почвенно-климатических зонах, никогда не рассматривались как матрица с точки зрения соотношения, вариабельности содержания металлов в зависимости от метода их извлечения.

Сравнительная оценка возможностей и характеристик различных методов определения металлов в почве не может иметь абсолютный характер в связи с большим разнообразием и спецификой задач анализа. Разные уровни содержания и разные химические свойства элементов не всегда делают целесообразным применение одного и того же метода измерения. Подвижные формы металлов извлекаются различными экстрагентами в зависимости от типа исследуемых почв и свойств металла. В качестве экстрагентов используют кислоты, соли, буферные растворы, бидистиллированную воду [1]. Подвижные формы соединений элементов в почвах извлекают ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8. Этот групповой экстрагент рекомендуется для оценки содержания микроэлементов в различных почвах, включая карбонатные и засоленные, и принят агрохимической службой для оценки обеспеченности разных типов почв этими элементами. Именно на основании содержания подвижных форм металлов в почве оценивают почвенное плодородие, дают рекомендации и рассчитывают дозы удобрений под различные культуры.

При определении подвижных форм металлов разные свойства химических элементов и уровни их содержания в почве делают необходимым использование методов измерения с разными пределами обнаружения, от следовых количеств металлов [7] к фоновым [3] и до уровня десятков ПДК [5]. Разными могут быть требования не только к концентрационному диапазону, но и к массе анализируемой пробы от 2,0 [7] до 5 г [6], точности метода и т. д.

Цель исследований – дать сравнительную оценку содержанию подвижных форм меди, цинка и марганца

в дерново-подзолистой почве разного гранулометрического состава, отобранной в разных почвенно-климатических условиях в зависимости от метода исследования.

Методика. Исследования проведены на 35 ГСО дерново-подзолистой почвы разного гранулометрического состава (супесчаной, легкосуглинистой, среднесуглинистой, тяжелосуглинистой), отобранных в разных почвенно-климатических зонах. Образцы подготовлены по одной методике, однородные по составу, стабильные по содержанию меди, цинка и марганца. Подвижные формы меди, цинка и марганца аттестованы в аккредитованных лабораториях методами [2-7], кислоторастворимые формы [8]. Отбор образцов осуществляли в местах, где не применялись минеральные удобрения и средства защиты растений последние 3 года.

Коэффициенты прямолинейной корреляционной связи между исследуемыми металлами рассчитаны с помощью пакета MS Excel.

Результаты и их обсуждение. В 35 ГСО дерново-подзолистой почвы было определено содержание меди, цинка и марганца тремя наборами (пакетами) методик, используемых в испытательных лабораториях агрохимической службы.

В таблице 1 представлены статистические величины, характеризующие размах выборки, средние и срединные значения ряда и наиболее часто встречающееся число (мода).

При сравнении значений подвижных форм металлов, полученных с использованием первого и второго наборов методик, отмечается существенная разница в цифрах. Несмотря на то, что оба пакета методик определяют подвижные формы соединений, в образцах, проанализированных ГОСТированными методами (1-й пакет), в 17 раз больше меди и в 1,9 раза больше марганца, в то время как величины цинка близки между собой.

1. Средние значения и размах генеральной совокупности значений металлов

Пакет методик	НД на метод	Формы металлов в почве	Показатель	Cu	Zn	Mn
1-й	ГОСТ 50684-94 ГОСТ 50686-94 ГОСТ 50682-94	Подвижные	Среднее	3,4	1,7	67,9
			Min	1,1	0,7	9,5
			Max	12,5	4,8	142,0
			Медиана	3,1	1,5	59,0
			Мода	1,2	1,8	57,0
2-й	РД 52.18.289-ФР 1.31.2012.135.73 М-МВИ-80-2008	Подвижные	Среднее	0,2	1,3	36,5
			Min	0,1	0,5	4,8
			Max	0,3	2,3	97,5
			Медиана	0,2	1,1	29,0
			Мода	0,2	0,8	29,0
3-й	РД 52.18.191-2018	Кислоторастворимые	Среднее	8,7	34,6	458,1
			Min	1,7	6,4	30,0
			Max	16,1	57,1	962,0
			Медиана	8,5	34,4	466,0
			Мода	8,5	33,0	473,0

Объясняется это, прежде всего различными экстрагирующими растворами (табл. 2). Очевидно, что 1 М HCl и

0,1 М H₂SO₄ имеют большую силу вытеснения по сравнению с раствором аммиака и уксусной кислоты.

2. Сравнительная характеристика методов определения металлов в почве

Пакет методик	НД на метод	Принцип метода	Масса навески, г	Объём экстрагирующего раствора, см ³	Соотношение почвы к раствору	Экстрагирующий раствор
1-й	ГОСТ 50684-94	ААС	5	50	10	1 М HCl
	ГОСТ 50686-94	ААС	5	50	10	Ацетатно-аммонийный буфер с pH 4,8
	ГОСТ 50682-94	ААС	5	50	10	0,1 М H ₂ SO ₄
2-й	РД 52.18.289-2022	ААС	5	50	10	Ацетатно-аммонийный буфер с pH 4,8
	ФР 1.31.2012.135.73	ААС	5	50	10	Ацетатно-аммонийный буфер с pH 4,8
	М-МВИ-80-2008	ААС	2	10	5	Ацетатно-аммонийный буфер с pH 4,8
3-й	РД 52.18.191-2018	ААС	2	10	5	5 М HNO ₃

Несмотря на то, что для вытеснения тяжёлых металлов во всех представленных методах используются растворы кислот, данные фракции элементов получили название «подвижные». В то время как для определения «кислоторастворимых» форм применяют также раствор кислоты, но более сильный – 5 М HNO₃.

При агроэкологическом мониторинге, как правило,

судят о подвижных, (доступных) для растений формах металлов [10, 11]. Именно на основании содержания подвижных форм элементов оценивают почвенное плодородие, дают рекомендации и рассчитывают дозы удобрений под различные культуры.

Анализ доли подвижных форм металлов, определенных разными методами, представлен на рисунке 1.

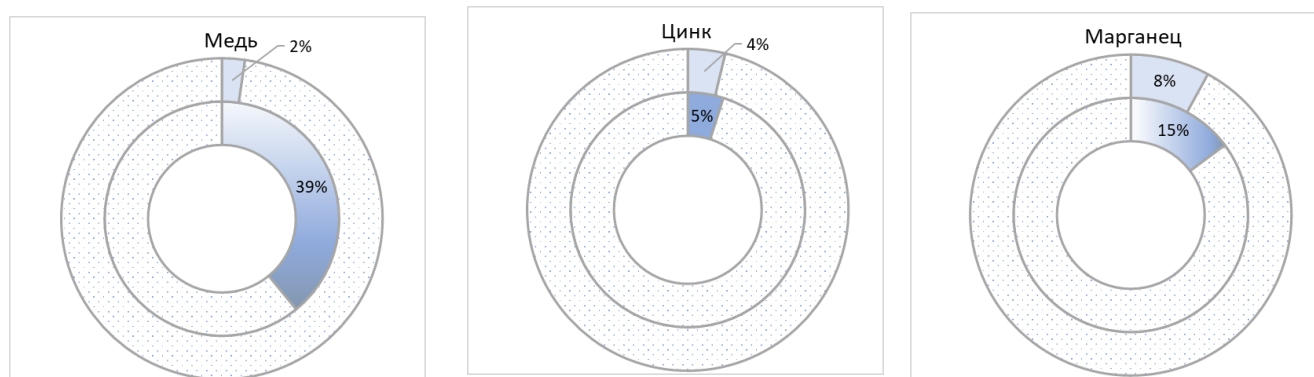


Рис. 1. Доля экстракции подвижных форм элементов от кислоторастворимой фракции

На диаграмме за 100% принято количество металла, вытесненное 5 М HNO₃. Внутреннее кольцо отображает соединения, определённые первым пакетом методик, внешнее – вторым. Как видно из рисунка 1, при определении меди по ГОСТ 50684-94 доля подвижных форм элемента от кислоторастворимых составляет 39%, в то время как при использовании методик из второго набора всего 2%, что в 19 раз меньше. Это крайне существенные расхождения, способствующие неправильно толкованию фоновых значений и обеспеченности почвы доступными для растений металлами, и как следствие, некорректным агротехническим мероприятиям. Для марганца данные, полученные разными методами, также разнятся в 2 раза, что может негативно сказаться на интерпретации реальной ситуации.

При рассмотрении соотношений между вытесняемыми элементами зависимости не наблюдается (табл.3). Отмечено, что при определении металлов первым пакетом методик экстракция меди выше по сравнению с цинком, а вторым пакетом, наоборот, в почвенной вытяжке преобладает цинк, а не медь. Содержание марганца всегда больше этих двух элементов, что обуславливается его большим количеством в почве. Тенденция в соотношении между представленными элементами схожа у 2-го и 3-го наборов методик.

Представляют интерес данные, когда при одинаковых соотношениях между медью и цинком подвижных и кислоторастворимых соединений, теснота связи кардинально различается (табл.4). Сила взаимосвязи подвижных форм этих двух металлов, определённых 2-м пакетом методик, характеризуется как очень слабая ($r=0,06$),

в то время как теснота связи у кислот растворимых форм положительная и очень сильная – $r=0,94$.

3. Соотношение между элементами в разных вытяжках

Пакет методик	НД на метод	Cu	Zn	Mn
1-й	ГОСТ 50684-94	2,2	1,0	46,4
	ГОСТ 50686-94			
	ГОСТ 50682-94			
2-й	РД 52.18.289-2022	0,2	1,0	32,8
	ФР 1.31.2012.135.73			
	М-МВИ-80-2008			
3-й	РД 52.18.191-2018	0,2	1,0	12,9

4. Прямолинейные коэффициенты корреляции (r) между элементами

Пакет методик	НД на метод	Cu	Zn	Mn
1-й	ГОСТ 50684-94		0,29	0,26
	ГОСТ 50686-94	0,29		0,39
	ГОСТ 50682-94	0,26	0,39	
2-й	РД 52.18.289-2022		0,06	0,45
	ФР 1.31.2012.135.73	0,06		-0,02
	М-МВИ-80-2008	0,45	-0,02	
3-й	РД 52.18.191-2018		0,94	0,35
		0,94		0,64
		0,35	0,64	

Цинк с марганцем имеют среднюю положительно направленную связь, даже валовые формы этих элементов имеют схожий коэффициент корреляции $r=0,47$ [9], но исключение составляет r для 2-й группы методик ($-0,02$).

При рассмотрении взаимосвязи трех изучаемых элементов, определённых второй группой методик, полностью отсутствует связь у цинка с медью и марганцем. Возможно, это связано с неподходящим экстрагирующим раствором, не способным полноценно вытеснить подвижные формы этих металлов. Ведь при использовании более сильных растворов кислот наблюдаются более высокие значения меди и марганца, при этом сила их связи характеризуется как средняя и сильная.

Для оценки влияния гранулометрического состава дерново-подзолистой почвы на содержание меди, цинка и марганца, были выбраны 4 ГСО, отобранных в разных

почвенно-климатических зонах (табл.5).

5. Перечень СО дерново-подзолистой почвы

Индекс образца	Гранулометрический состав	Место отбора
САДПП-08/5	Супесь	Владимирская обл.
САДПП-10/6	Легкий суглинок	Псковская обл.
САДПП-10/5	Средний суглинок	Калужская обл.
САДПП-07/4	Тяжелый суглинок	Вологодская обл.

Содержание подвижных форм меди, цинка и марганца, проанализированных двумя разными методами в СО дерново-подзолистой почвы разного гранулометрического состава, представлены на рисунке 2.

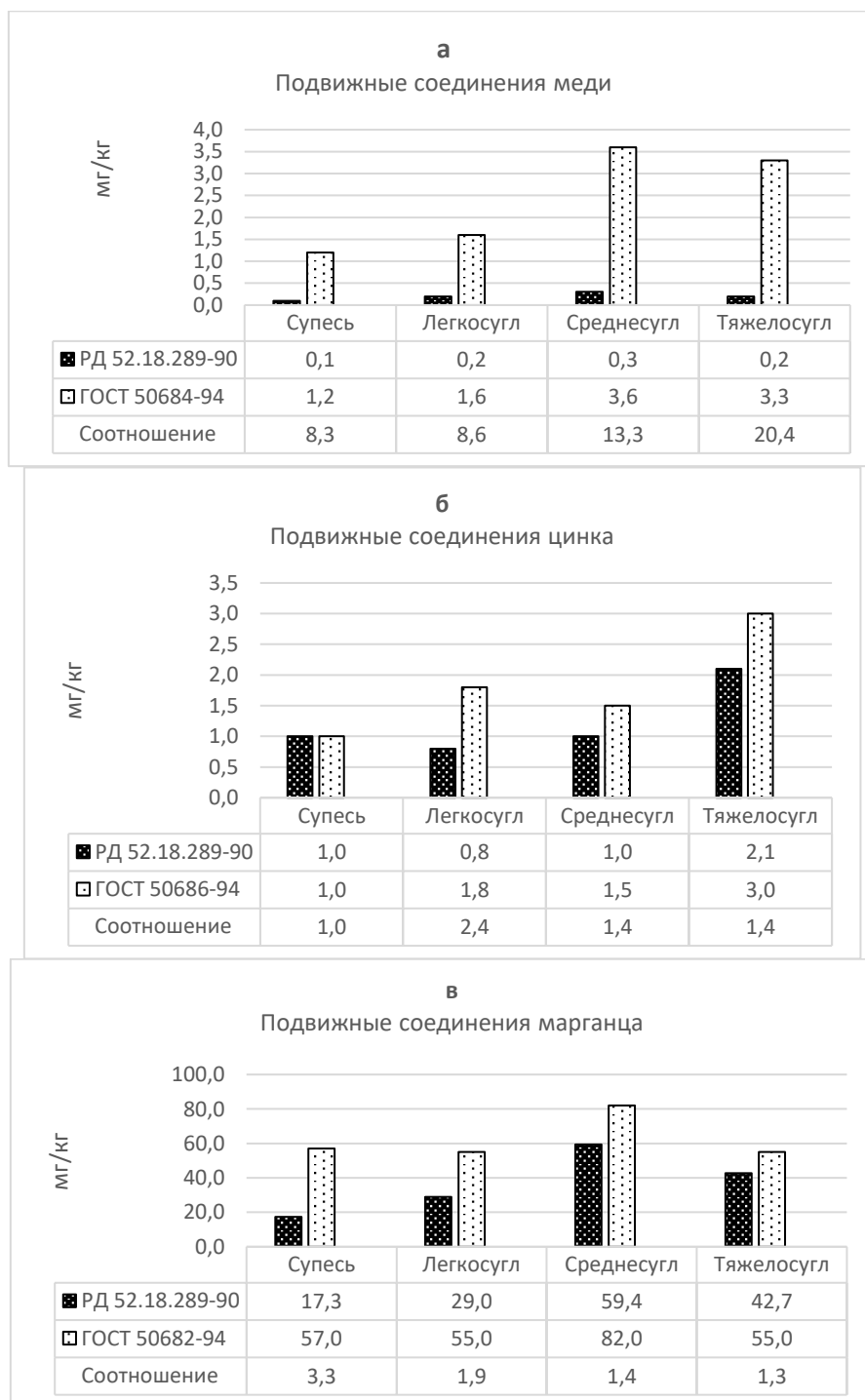


Рис. 2. Содержание подвижных форм меди (а), цинка (б) и марганца (в) в дерново-подзолистой почве разного гранулометрического состава

Оценивая данные, приведенные на рисунке 2 можно сказать, что вне зависимости от гранулометрического состава, места отбора образцов дерново-подзолистой

почвы, ГОСТированные методы извлекают подвижные формы меди больше в 8,3-20,4 раз, марганца в 1,3-3,3, цинка в 1,4-2,4 раза. Исключение составляла дерново-

подзолистая супесчаная почва, где содержание цинка извлеченное двумя методами, было на одном уровне. При определении цинка оба метода основаны на извлечении соединений цинка из почвы ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH 4,8 и последующем определении атомно-абсорбционным методом. Конечно, для корректных статистических оценок и окончательных выводов необходимо больше данных.

Заключение. Принципиальный недостаток подходов при оценке содержания в дерново-подзолистой почве доступных форм марганца, меди и цинка состоит в использовании разных способов извлечения их подвижных форм, которые дают разницу содержаний в несколько раз и как следствие приводят к некорректной интерпретации почвенного плодородия.

Литература

1. Нестерова, О. В. Использование нормативных документов для оценки степени загрязнения почв тяжелыми металлами / О. В. Нестерова, В. Г. Трегубова, В. А. Семаль // Почвоведение. – 2014. – № 11. – С. 1375.
2. ГОСТ Р 50684-94 Почвы. Определение подвижных соединений меди по методу Пейве и Ринькиса в модификации ЦИНАО. Издание официальное. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1994. – 10 с.
3. ГОСТ Р 50686-94 Почвы. Определение подвижных соединений цинка по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО. Издание официальное. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1994. – 13 с.

4. ГОСТ Р 50682-94 Почвы. Определение подвижных соединений марганца по методу Пейве и Ринькиса в модификации ЦИНАО. Издание официальное. – М.:ИПК Изд-во стандартов, 1994. – 11 с.
5. РД 52.18.289-90 Методика выполнения измерений массовой доли подвижных форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия, кобальта, хрома, марганца) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом. – М.: Государственный комитетом СССР по гидрометеорологии, 1990. – 36 с.
6. ФР 1.31.2012.13575 Методика измерений массовых долей токсичных металлов в пробах почв атомно-абсорбционным методом. – М.: ОАО «Союзцветметавтоматика», 2012. – 38 с.
7. М-МВИ-80-2008. Методика выполнения измерений массовой доли элементов в пробах почв, грунтов и донных отложениях методами атомно-эмиссионной и атомно-абсорбционной спектроскопии. – Санкт-Петербург, 2008. – 36 с.
8. РД 52.18.191-2018 Массовая доля кислоторастворимых форм металлов в пробах почв, грунтов и донных отложений. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Обнинск: НПО Тайфун, 2019. – 27 с.
9. Ступакова Г.А., Лапушкина А.А., Игнатьева Е.Э., Щиплецова Т.И., Митрофанов Д.К., Ветрова Е.Ю. Оценка тесноты связи валовых содержаний элементов в стандартных образцах дерново-подзолистой почвы // Плодородие. – 2023. – №4. – С.41-45.
10. Ступакова Г.А., Лапушкина А.А., Щиплецова Т.И., Митрофанов Д.К., Холяева О.В. Разработка и исследование стандартных образцов предприятия состава почв, трансформированных техногенным воздействием // Эталоны. Стандартные образцы. – 2022. – Т.18. – № 2. – С. 23-38.
11. Ступакова Г.А., Игнатьева Е.Э., Щиплецова Т.И., Деньгина С.А., Митрофанов Д.К. Оценка метрологических характеристик многокомпонентного стандартного образца почвы, загрязненного тяжелыми металлами // Плодородие. – №3. – 2019. – С. 54-56.

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE CONTENT OF MOBILE FORMS COPPER, ZINC AND MANGANESE IN SOD-PODZOLIC SOIL DEPENDING ON THE METHOD OF DETERMINATION

G.A. Stupakova, Candidate of Biological Sciences, A.A. Lapushkina, Candidate of Biological Sciences, E.E. Ignatieva, T.I. Shchiplestova, D.K. Mitrofanov, E.Y. Vetrova,
All-Russian Scientific Research Institute named after D.N. Pryanishnikov (FGBNU "Research Institute of Agrochemistry")
127434, Moscow, Pryanishnikova str., 31A

A comparative description of two sets (packages) of methods for determining mobile forms of copper, zinc and manganese in soddy-podzolic soils of different granulometric compositions is given. The studies were carried out on 35 State Standard Samples (GSO) of soil selected in different soil-climatic zones. It is shown that samples analyzed by GOST methods (1 package) have values 17 times higher for copper and 1.9 times higher for manganese, while the values for zinc are close to each other. It was noted that when determining the mobile forms of metals using the first package of methods, the extraction of copper is higher compared to zinc; the second package, on the contrary, zinc predominates in the soil extract rather than copper. Regardless of the granulometric composition, the place of sampling of sod-podzolic soil, GOST methods extract mobile forms of copper by 8.3-20.4 times, manganese by 1.3-3.3, zinc by 1.4-2.4 times. The exception was the soddy-podzolic sandy loam soil, where the zinc content extracted by two methods was at the same level.

Key words: standard samples, mobile forms of metals, granulometric composition, correlation coefficient, closeness of connection, soddy-podzolic soil.

УДК 574; 504

DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.17

СВЯЗЬ УРОЖАЙНОСТИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ С КЛИМАТОМ, ПОЧВАМИ И РЕЛЬЕФОМ НА УРАЛЕ

Л.С. Шарая¹, д.б.н., О.В. Рухович¹, д.б.н., П.А. Шарый^{1,2}, д.б.н., О.И. Иванова¹, Л.В. Никитина¹, к.б.н.
¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии,
127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 31а E-mail l_sharaya@mail.ru; E-mail o_ruhovich@mail.ru;
²ФГБУН «Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН»,
E-mail p_shary@mail.ru; 142290, Московская обл., г. Пушкино, ул. Институтская, д. 2

Проведено статистическое сравнение урожайности яровой мягкой пшеницы с характеристиками климата, почв и рельефа в Зауралье, где такие исследования ранее не проводились. Получено уравнение множественной регрессии, в которое вошли осадки июня, апреля, суточная разность температур июля, индикатор черноземов и дневная температура апреля. Показано, что на Урале разность температур июля более тесно связана с урожайностью пшеницы, чем ночная или дневная температура, но в уравнении регрессии при рассмотрении действия комплекса факторов ведущую роль играют осадки июня и апреля.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, урожайность, почвы, климат, рельеф, Урал.

Для цитирования: Шарая Л.С., Рухович О.В., Шарый П.А., Иванова О.И., Никитина Л.В. Связь урожайности яровой пшеницы с климатом, почвами и рельефом на Урале // Плодородие. – 2023. – №5. – С. 68-71.
DOI: 10.25680/S19948603.2023.134.17.