



Рис. 4. Зависимость потребной тяговой мощности от площади сечения пласта чизельными и лемешными орудиями в зависимости от скорости движения МТА

Графики на рисунке 4 косвенно указывают на необоснованный рост потребной тяговой мощности  $N$  по мере практикуемого увеличения скоростей  $V$  МТА.

#### MODELING AND ENERGY ASSESSMENT OF TRACTION-EXPLOITATION INDICATORS OF SERIAL CHISEL IMPLEMENT AND PLOWS

V.V. Borodychev<sup>1</sup>, V.A. Shevchenko<sup>1</sup>, A.E. Novikov<sup>2,3</sup>, M.I. Lamskova<sup>3</sup>, M.I. Filimonov<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation ul. B. Akademicheskaya 44a, Moscow, 127550 Russia, <sup>2</sup>All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, ul Timiryazeva 9, Volgograd, 400002 Russia <sup>3</sup>Volgograd State Technical University, pr. Lenina 28, Volgograd, 400131 Russia E-mail: novikov-ae@mail.ru

The work was supported in part by the grant of the President of Russian Federation, project MD-1125.2017.8

The traction resistance of serial chisels and plows is determined. The discrepancy between the experimental and theoretical data does not exceed 2–8% for plowshares and 6–12% for chisel tools. It is found that with an increase in the MTA velocity from 4 to 7 km/h,  $R$  increases by 3–9%. Chisel loosening of the soil, despite an increase in the depth of soil cultivation in ~1.5 times, is less energy-intensive compared to plowing by 8–20% at  $V = 4$  km/h and by 9–14% at  $V = 7$  km/h.

Keywords: chisel implement, moldboard plow, tractive resistance, energy assessment

УДК 631.425.4:631.4

### ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА СОДЕРЖАНИЕ И ПРОФИЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИНКА В ЧЕРНОЗЕМАХ ВЫЩЕЛОЧЕННЫХ ХЛЕВЕНСКОГО РАЙОНА ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Н.С. Горбунова, к.б.н., Воронежский ГУ, Е.В. Куликова, к.б.н., Воронежский ГАУ,

Ю.А. Куликов, Центр компетенций агротехнологий

394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1, ВГУ, медико-биологический факультет, vilian@list.ru

394087, г. Воронеж, ул. Мичурина, 1, ВГАУ, факультет землеустройства и кадастров,

melior-agronomy@inbox.ru, 115114, г. Москва, Дербеневская наб., дом 7, стр. 8, juriy.kulikov@yandex.ru

Рассматривается влияние распахивания и орошения на основные химические, физико-химические свойства черноземов выщелоченных, а также на валовое содержание и подвижные соединения Zn. Длительное орошение приводит к увеличению мощности гумусового горизонта и снижению содержания гумуса. Под действием распахивания и орошения происходят подкисление почвенного раствора и увеличение гидролитической кислотности вследствие более интенсивной миграции карбонатов, а также увеличения интенсивности разложения растительных остатков. Отмечается

уменьшение валового содержания Zn в почвах, подверженных сельскохозяйственному использованию, причем в большей степени на орошаемых черноземах. Данное явление связано с усиленной минерализацией органического вещества, профильным его перераспределением и безвозвратным выносом Zn сельскохозяйственными культурами.

Ключевые слова: мелиорация, орошение, чернозем выщелоченный, цинк.

В настоящее время происходит все большая интенсификация земледелия и часто без надлежащего науч-

На наш взгляд, по крайней мере для основной обработки почвы, (и прежде всего для лемешно-отвальной пахоты) скорость  $V$  целесообразно не увеличивать. Это будет способствовать и экономии моторного топлива [7].

#### Литература

1. Труфанов В.В. Глубокое чизелевание почвы. - М.: Агропромиздат, 1989. - 142 с.
2. Pyndak V.I., Novikov A.E. Energy Efficiency of Mechanisms and Instruments for Deep Cultivation of Soil // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. 2014. Vol. 43, No. 6. P. 532-536.
3. Pyndak V.I., Novikov A.E. Tribotechnical and Energy Assessment of Parts of Working Members of Cultivating Machines After Carburizing and Laser Hardening // Metal Science and Heat Treatment. 2016. Vol. 58, No. 3-4. P. 226-230.
4. Борисенко И.Б., Доценко А.Е., Борисенко П.И., Новиков А.Е. Чизелевание почвы: перспективные орудия и способы возделывания ширококородных пропашных культур // Аграрный научный журнал. - 2015. - № 7. - С. 41-45.
5. Патент на полезную модель Российской Федерации № 148330, МПК A01B 13/14. Рабочий орган почвообрабатывающего орудия / И.Б. Борисенко, С.Ю. Кондаков, А.Е. Новиков; заявитель и патентообладатель ООО «АгроПромтехмаш». Оpubл. 10.12.2014. Бюл. № 34.
6. Горячкин В.П. Рациональная формула силы тяги плугов конных и транспортных. Собр. соч. в 3 т. Т.3. - М.: Колос, 1965. - С. 68-114.
7. Буряков А.Т. Экономия дизельного топлива – насущная задача земледельца // Земледелие. - 2005. - № 5. - С. 32-33.

ного обоснования. Многие из приемов сельскохозяйственной обработки влияют на свойства почв и приводят к необратимым явлениям в почвенных процессах. Согласно многочисленным исследованиям, орошение способствует деградации почвенного покрова, отмечаются его переувлажнение, уплотнение, оглинивание, ощелачивание, декальцинирование, дегумификация, обезиливание [3, 11, 12].

Ряд исследований посвящены изучению влияния орошения на накопление и миграцию солей в профиле засоленных почв [1, 5, 6]. Процессам, происходящим в незасоленных почвах, уделено значительно меньше внимания. Исследований, посвященных влиянию орошения на содержание, внутрипрофильное распределение и подвижность тяжелых металлов (ТМ) в черноземах крайне мало.

Цель нашей работы - изучить влияние длительного сельскохозяйственного использования, в том числе орошения, на основные химические, физико-химические свойства почвы, а также на валовое содержание и подвижные формы соединений Zn в незасоленных черноземах выщелоченных.

Из большой группы ТМ был выбран Zn, поскольку он помимо своей принадлежности к группе ТМ, является и микроэлементом (МЭ), необходимым для полноценного роста и развития растений. Так, Zn принимает участие в деятельности металлоферментов, а его недостаток приводит к патологическим изменениям в растениях, например к задержке роста [8]. Но наряду с этим, повышенное содержание Zn в почвах оказывает токсичное действие на растения и даже приводит к их гибели. В этом случае он проявляет себя в качестве ТМ и приоритетного загрязнителя.

**Методика.** Влияние орошения на почвенные свойства и содержание Zn изучали на черноземах выщелоченных среднесуглинистых мало- и среднегумусных тяжело-суглинистых (Хлевенский район Липецкой области, ООО «Тербуны-Агро»). Почвообразующие породы - покровные карбонатные тяжелые суглинки и глины. Исследования проводили на трех участках: на залежи, пашне без орошения и орошаемой пашне (площадь участка 250 га). Орошение проводят в течение 25 лет дождевальными установками «Фрегат» по типу радиального полива. Оросительная норма – 750 м<sup>3</sup>/га, поливная – 250 м<sup>3</sup>/га.

На участках закладывали почвенные разрезы, вскрывающие почвообразующую породу. Отбор почвенных образцов проводили через каждые 10 см (0-10, 10-20, 20-30...140-150 см). В почвенных образцах определяли: рН водной суспензии, обменные основания Ca<sup>2+</sup> и Mg<sup>2+</sup>, гидролитическую кислотность, содержание гумуса, азот легкогидролизуемых соединений в щелочной вытяжке по Корнфилду, фотокolorиметрически легкорастворимые фосфаты по Чирикову, обменный калий по Чирикову с пламеннофотометрическим окончанием по общепринятым методикам [2]. Валовое содержание Zn определяли методом спекания почвы с карбонатом натрия, дальнейшей обработкой HNO<sub>3</sub> (1:1) и H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (конц.) [4]. Его подвижные соединения устанавливали в вытяжке ацетатно-аммонийного буфера (ААБ) (рН 4,8) в соотношении почва : раствор 1:10. Химическому анализу подвергали и поливную воду. Определены общая минерализация поливной воды и ее ионный состав: HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>, рассчитано отношение катионов Ca<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup>. Для анализа содержания Zn

пробы воды (по 50 мл) подкисляли 2-3 каплями концентрированной HNO<sub>3</sub> и выпаривали досуха. Сухой остаток растворяли в 2 мл 2М HNO<sub>3</sub>. Конечное определение Zn проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре КВАНТ-З.ЭТА, чувствительность определения - 0,01 мкг/л, неопределенность измерения - 4 % [10]. Вариационно-статистическую обработку проводили с использованием программы Microsoft Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Вода, используемая для орошения, согласно группировке природных вод по степени минерализации, относится к пресной (содержание солей 0,4 г/л). Ионный состав поливной воды – гидрокарбонатно-кальциевый, так среднее содержание катионов Ca<sup>2+</sup> достигает 2,6 смоль(экв)/кг, в то время как количество Mg<sup>2+</sup> и Na<sup>+</sup> не превышает, соответственно, 1,0 и 1,1 смоль(экв)/кг. Среди анионов доминирует HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> (3,1 смоль(экв)/кг), а содержание Cl<sup>-</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> составляет, соответственно, 0,8 и 0,9 смоль(экв)/кг. Количество Zn в поливной воде – 0,54 мг/л и не превышает ПДК, равную 1 мг/л [9]. Вода, используемая для полива, обладает благоприятными химическими характеристиками для орошения всех сельскохозяйственных культур.

В исследуемых черноземах выщелоченных в результате длительного орошения происходит изменение морфологического строения почвенного профиля: мощность гумусового горизонта (А + АВ) увеличилась в среднем на 13 см (по сравнению с богарными черноземами). Граница перехода между горизонтами стала более размытой.

Гумусное состояние почв - ведущий фактор, определяющий их почвенное плодородие. Известно, что в процессе сельскохозяйственного использования происходит трансформация органического вещества, приводящая к уменьшению содержания гумуса и снижению почвенного плодородия. По содержанию гумуса исследуемые почвы относятся к мало- и среднегумусным, с максимальным количеством в верхнем 0-10 см слое почв залежного участка (табл. 1), чернозем диагностируется как среднегумусный. В черноземах пашни меньше органического вещества вследствие усиленной минерализации его в процессе распашки. Самым низким содержанием характеризуются орошаемые черноземы – малогумусные. Это объясняется перераспределением органического вещества в профиле почв при орошении, на что указывает заметно большее содержание гумуса в слоях 40-50 и 60-70 см в орошаемом черноземе по сравнению с неорошаемым. Кривая профильного распределения органического вещества орошаемых черноземов характеризуется растянутостью и более плавным снижением содержания гумуса, чем в черноземах богарного участка.

В пахотных черноземах выщелоченных на долю поглощенного H<sup>+</sup> приходится до 2,0 смоль(экв)/кг почвы, тогда как в орошаемых количество его возрастает до 3,4 смоль(экв)/кг почвы (см. табл. 1). В орошаемых черноземах обменный H<sup>+</sup> проникает в более глубокие слои почвенного профиля и достигает глубины 80 см по сравнению с залежными участками. В почвах залежного участка величина гидролитической кислотности наименьшая и составляет – 1,3 смоль(экв)/кг почвы. Известно, что показатель рН возрастает в ряду: орошаемый участок < неорошаемый < залежь. Подкисление пашни как орошаемого, так и неорошаемого черноземов связано, возможно, с более интенсивными про-

цессами выщелачивания карбонатов, которые усиливаются при сельскохозяйственном использовании почв. Максимальное содержание обменного  $\text{Ca}^{2+}$  в верхнем 0-10 см слое залежи, далее в убывающем ряду следует чернозем неорошаемый и орошаемый (см. табл. 1). Данное явление объясняется связью обменных катионов с гуминовыми кислотами. Содержание обменного  $\text{Mg}^{2+}$  в почвах различных угодий мало различается, что объясняется подтиповой особенностью выщелоченных черноземов. В процессе сельскохозяйственного использования черноземов происходит уменьшение содержания подвижных элементов минерального питания NPK (табл. 1) в результате интенсивного потребления их растениями.

Валовое содержание Zn в верхнем 0-10 см слое убывает в ряду: черноземы залежи > черноземы богарной пашни > черноземы орошаемого участка (табл. 2). В той же последовательности уменьшается содержание органического вещества. Известно, что ТМ способны

образовывать прочные комплексы с органическим веществом. Полученные данные подтверждают тесную связь валового содержания металла с органическим веществом почвы.

# 1. Химические и физико-химические свойства изучаемых почв в слое 0-10 см (средние значения, n = 5)

Гумус, %	pH водный	Среднее значение, n = 37							
		Обменные катионы				Подвижные			
		Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup> +Mg <sup>2+</sup>	Hg <sup>+</sup>	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
смоль(экв)/кг					мг/100 г почвы				
Чернозем выщелоченный среднегумусный среднемогучный тяжелосуглинистый на покровном карбонатном суглинке (залежь)									
7,27	6,6	36,8	5,4	42,2	1,3	28,3	8,3	5,7	
Чернозем выщелоченный малогу́мусный среднемогучный тяжелосуглинистый на покровном карбонатном суглинке (неорошаемая пашня)									
5,81	6,1	35,8	5,6	41,4	2,0	25,1	7,2	5,1	
Чернозем выщелоченный малогу́мусный среднемогучный тяжелосуглинистый на покровном карбонатном суглинке (орошаемая пашня)									
5,61	5,8	31,4	5,4	36,8	3,4	20,3	7,2	4,8	

## 2. Статистические показатели содержания валовой и обменной форм соединений Zn в изучаемых почвах

2. Статистические показатели содержания валовой и обменной форм соединений Zn в изучаемых почвах										
Глубина, см	n	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	min	max	V, %	$\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	min	max	V, %	% от валового
		Валовое содержание					Вытяжка ААБ			
Чернозём выщелоченный среднегумусный среднемогучный тяжелосуглинистый на покровном карбонатном суглинке (залежь)										
0-10	5	61,0±2,0	55,6	67,4	6	1,49±0,1	1,46	1,51	10	2,44
20-30	5	58,1±2,2	52,1	65,3	7	1,47±0,1	1,44	1,51	15	2,53
40-50	5	54,7±1,8	49,4	59,8	6	1,36±0,1	1,32	1,40	12	2,49
60-70	5	51,9±1,6	47,6	56,1	6	1,22±0,1	1,19	1,28	18	2,35
80-90	5	50,0±0,4	48,9	51,4	2	1,19±0,1	1,15	1,25	21	2,38
100-110	5	56,5±0,8	54,1	58,6	3	1,17±0,1	1,12	1,25	29	2,07
120-130	5	59,8±0,8	56,8	61,3	2	1,15±0,1	1,12	1,23	33	1,92
140-150	5	61,3±0,2	61,1	61,4	1	1,15±0,1	1,11	1,22	47	1,91
Чернозём выщелоченный малогумусный среднемогучный тяжелосуглинистый на покровном карбонатном суглинке (неорошаемая пашня)										
0-10	5	49,8±2,0	44,2	54,6	8	1,44±0,1	1,33	1,53	23	2,89
20-30	5	47,9±1,9	43,9	54,0	7	1,39±0,1	1,32	1,47	18	2,90
40-50	5	45,8±1,5	42,8	50,8	6	1,35±0,1	1,27	1,41	17	2,95
60-70	5	43,5±0,7	41,9	45,1	3	1,32±0,1	1,25	1,39	19	3,03
80-90	5	41,7±0,4	40,2	42,6	2	1,29±0,1	1,21	1,34	17	3,09
100-110	5	43,2±0,3	40,9	45,4	1	1,26±0,1	1,19	1,29	15	2,91
120-130	5	44,4±0,8	42,4	46,3	3	1,20±0,1	1,18	1,21	15	2,70
140-150	5	46,9±1,0	42,8	48,7	4	1,19±0,1	1,17	1,19	15	2,53
Чернозём выщелоченный малогумусный среднемогучный тяжелосуглинистый на покровном карбонатном суглинке (орошаемая пашня)										
0-10	5	39,2±3,0	31,7	45,3	14	1,33±0,1	1,25	1,44	21	3,39
20-30	5	34,5±5,5	30,2	42,7	13	1,30±0,1	1,24	1,37	17	3,77
40-50	5	33,6±1,5	30,9	37,8	7	1,27±0,1	1,18	1,35	22	3,78
60-70	5	31,0±1,6	29,2	32,5	3	1,24±0,1	1,17	1,34	29	4,00
80-90	5	29,9±1,6	28,4	31,5	4	1,21±0,1	1,13	1,31	33	4,05
100-110	5	28,8±1,4	28,1	29,8	2	1,18±0,1	1,12	1,29	39	4,10
120-130	5	29,6±1,3	27,1	32,9	7	1,15±0,1	1,11	1,21	27	3,89
140-150	5	31,1±2,2	28,4	34,3	7	1,13±0,1	1,11	1,16	15	3,63
ПДК мг/кг [7]		150				23				

Примечание. n – количество образцов;  $\bar{x}$  – среднее арифметическое;  $s_x$  – ошибка среднего арифметического; min – минимальное содержание; max – максимальное содержание; V – коэффициент вариации.

Профильное распределение валового содержания Zn характеризуется его накоплением в верхней части профиля черноземов. Далее происходит постепенное снижение элемента, а в нижней части профиля, в щелочных условиях почвенного раствора, Zn осаждается в виде труднорастворимых соединений, образуя второй максимум накопления элемента на глубине 140-150 см (см. табл. 2).

Внутрипрофильное распределение обменного Zn, как и валового, характеризуется накоплением его в верхней части профиля, с максимальным содержанием в слое 0-10 см, вследствие высокого содержания органического вещества. Причем в черноземах пашни и орошаемых почвах его несколько меньше, чем в черноземах залежи. Данное явление, возможно, связано с тем, что сельскохозяйственные культуры активно и безвозвратно

выносят Zn в качестве элемента минерального питания, а восполнения его за счет внесения микроудобрений не происходит. Кривая распределения обменного Zn по профилю почв носит аккумулятивный характер. Zn обладает очень низкой степенью подвижности (1,91–4,10 %), что характеризует элемент как очень малоподвижный и малодоступный для растений. Подвижность Zn вниз по профилю уменьшается из-за влияния карбонатов почвенного раствора. Результаты исследования показали, что валовое содержание Zn и его обменных соединений во всех изучаемых черноземах не превышает ПДК [7], что говорит об отсутствии загрязнения почв данным элементом.

**Выводы.** Длительное орошение черноземов выщелоченных привело к увеличению мощности гумусового горизонта в среднем на 13 см, границы перехода между

горизонтами стали размытыми. Содержание гумуса в пахотных почвах падает по отношению к залежи, вследствие повышенной минерализации органического вещества, а в орошаемых черноземах – в результате процессов его перераспределения. В условиях орошения происходит заметное увеличение катионов  $H^+$ , что связано с декарбонатизацией и подкислением реакции почвенного раствора. В результате сельскохозяйственного использования земель отмечают уменьшение содержания подвижных элементов минерального питания растений. Так обеспеченность исследуемых почв N – низкая, K – средняя, P – средняя для зерновых и низкая для остальных культур.

Внутрипрофильное распределение валового содержания Zn характеризуется его биогенным накоплением в верхней гумусовой толще, постепенным снижением вниз по профилю, а также осаждением в карбонатном горизонте, который является геохимическим барьером на пути миграции металла. Обменная форма соединений Zn характеризуется аккумулятивным типом распределения, с постепенным уменьшением вниз по профилю.

По валовому содержанию Zn в верхнем 0-10 см слое исследуемые почвы располагаются в следующем убывающем ряду: залежь > неорошаемая пашня > орошаемая пашня. Это можно объяснить тем, что в результате сельскохозяйственного использования происходит интенсивная минерализация органического вещества. Поскольку Zn взаимодействует с органическим веществом, потеря гумуса отражается и на его профильном распределении. В том же убывающем ряду располагаются почвы и по содержанию обменных соединений Zn, что объясняется интенсивным потреблением металла в качестве микроэлемента и выносом его с урожаем сельскохозяйственных культур. Восполнения за счет внесения микроудобрений не наблюдается.

Согласно группировке почв по степени обеспеченности растений Zn, изучаемый чернозем выщелоченный относится к среднеобеспеченным для культур невысокого выноса Zn и низкой для большого выноса. Степень

подвижности Zn в черноземах очень мала, с глубиной она уменьшается, что связано с подщелачиванием среды. Это делает элемент очень труднодоступным для питания растений, поэтому на черноземах региона целесообразно применять цинковые микроудобрения под все культуры. Валовое содержание Zn и его подвижные соединения во всех изученных черноземах не превышают ПДК, установленные для черноземных почв.

#### Литература

1. Бородин, В.В. Особенности агротехники зерновой кукурузы на орошаемых землях нижнего Поволжья / В.В. Бородин, Н.Н. Дубенок, А.Е. Новиков, Г.В. Коновалова // Плодородие. – 2016. – №1. – С. 35-37.
2. Воробьева, Л.А. Химический анализ почв / Л.А. Воробьева. – М.: МГУ, 1998. – 272 с.
3. Горбунова, Н.С. Изменение физических и физико-химических свойств чернозема выщелоченного под влиянием дождевального орошения в условиях производственного использования почв свекловичного севооборота / Н.С. Горбунова, Е.В. Куликова // Вестник ВГУ, Сер. Химия. Биология. Фармация. – 2017. – №3. – С. 49-54.
4. Кузнецов, А.В. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства / А.В. Кузнецов, А.П. Фесюн, С.Г. Самохвалов, Э.П. Махонько. – М.: ЦИНАО, 1992. – 61 с.
5. Мелихов, В.В. Возделывание сои при капельном орошении в условиях нижнего Поволжья / В.В. Мелихов, Е.В. Ушакова // Плодородие. – 2013. – №5. – С. 19-21.
6. Насиев, Б.Н. Состояние почвенного покрова земель лиманного орошения полупустынной зоны / Б.Н. Насиев // Плодородие. – 2013. – №2. – С. 39-41.
7. Обухов, А.И. Научные основы разработки ПДК тяжелых металлов в почвах. – Тяжелые металлы в окружающей среде / А.И. Обухов. – М.: МГУ, 1980. – С. 20-28.
8. Полевой, В.В. Физиология растений / В.В. Полевой. – М.: Высш. шк., 1989. – 464 с.
9. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. ГН 2.1.5.1315-03. – М., 2003.
10. Спектрометр атомно-абсорбционный КВАНТ-Z.ЭТА. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ГИИЖ.0900.000Т0. – М., 1995. – 57 с.
11. Щеглов, Д.И. Черноземы центра Русской равнины и их эволюция под влиянием естественных и антропогенных факторов / Д.И. Щеглов. – М.: Наука, 1999. – 214 с.
12. Щедрин, В.Н. Влияние регулярного и циклического видов орошения на почвенное плодородие и продуктивность чернозема обыкновенного Азовской оросительной системы / В.Н. Щедрин // Почвоведение. – 2016. – №2. – С. 249-256.

## EFFECT OF IRRIGATION ON THE CONTENT AND PROFILE DISTRIBUTION OF ZINC IN LEACHED CHERNOZEMS IN THE KHEVNOE DISTRICT OF LIPETSK OBLAST

N.S. Gorbunova<sup>1</sup>, E.V. Kulikova<sup>2</sup>, Yu.A. Kulikov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Voronezh State University,

Universitetskaya pl. 1, Voronezh, 394018 Russia

E-mail: vilian@list.ru

<sup>2</sup>Voronezh State Agrarian University, ul. Michurina 1, Voronezh, 394087 Russia

E-mail: melior-agronomy@inbox.ru

<sup>3</sup>Softline Agricultural Competence Center, Derbenevskaya nab. 7-8, Moscow, 115114 Russia

E-mail: juriy.kulikov@yandex.ru

*The effect of plowing and irrigation on the main chemical and physicochemical properties of leached chernozems and the content of total and mobile Zn compounds is considered. Long-term irrigation increases the thickness of the humus horizon and decreases the humus content. Under the effect of plowing and irrigation, acidification of soil solution occurs and hydrolytic acidity increases due to a more intensive migration of carbonates and an increase in the decomposition rate of plant residues. A decrease of the total Zn content in soils subjected to agricultural use, especially in irrigated chernozems, is noted. This phenomenon is associated with the increased mineralization of organic matter, its profile redistribution, and the irretrievable removal of Zn by agricultural crops.*

*Keywords: reclamation, irrigation, leached chernozem, zinc.*