

УДК 634.674:631412

UDC 634.674:631412

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agricultural sciences

ВЛИЯНИЕ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

THE EFFECT OF DRIP IRRIGATION ON SOIL PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTY CHANGE

Кузин Андрей Иванович
к. с.-х. н., доцент
SPIN – код =1122-2680
Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия
E-mail: kuzin@mgau.ru

Kuzin Andrei Ivanovich
Cand. Agr. Sci., senior lecturer
SPIN – code =1122-2680
Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia
E-mail: kuzin@mgau.ru

Пугачев Григорий Николаевич
к. с.-х. н.,
SPIN – код = 1107-4570
Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина, Мичуринск, Россия

Pugachev Grigorii Nicolajevitch
Cand. Agr. Sci.,
SPIN – code 1107-4570
Michurin Federal Scientific Center, Michurinsk, Russia

Захаров Вячеслав Леонидович
к.с.-х.н., доцент
SPIN – код 1388-8430
Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Россия

Zakharov Vjacheslav Leonidovich
Cand. Agr. Sci.,
SPIN – code 1388-8430
Bunin Yelets State University, Russia

Трунов Юрий Викторович
д. с.-х.н., профессор
SPIN – код = 9086-5322
Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина, Мичуринск, Россия

Trunov Yury Viktorovich
Dr.Sci.Agr., professor
SPIN – code = 9086-5322
Michurin Federal Scientific Center, Michurinsk, Russia

Соловьев Александр Валерьевич
к. с.-х. н., доцент
SPIN – код = 8245-2748
Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

Solovyev Alexandr Valeryevich
Cand. Agr. Sci., senior lecturer
SPIN – code = 8245-2748
Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

Тарова Зинаида Николаевна
к. с.-х. н., доцент
SPIN – код = 3176-3591
Мичуринский государственный аграрный университет, Мичуринск, Россия

Tarova Zinaida Nikolazevna
Cand. Agr. Sci., senior lecturer
SPIN – код = 3176-3591
Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

Почвенные разрезы выполняли в условиях интенсивных насаждений яблони в хозяйствах Липецкой и Тамбовской областей в 2015 г. Капельное орошение в нормах 500-550 м³ осуществлялось с 2010 г. В процессе исследований определяли плотность почвы, плотность твёрдой фазы, агрегатный и гранулометрический состав, а также содержание легкогидролизуемого азота и гумуса по общепринятым методикам. По данным исследований определено, что в результате капельного орошения может увеличиваться пылевидная фракция в темно-серых лесных почвах, тогда как в черноземах показатель значительно не изменялся. В черноземной почве отмечен процесс увеличения удельного веса илстой фракции, что объясняется развитием процесса

Soil profiles were made in intensive apple orchard in the agricultural enterprises in Lipetsk and Tambov regions in 2015. Drip irrigation in year rates of 500-550 м³ was carried out since 2010. During the research we determined the soil density, the solid phase density, aggregate composition, particle size distribution, the content of hydrolyzable nitrogen and humus by conventional methods. As a result of drip irrigation can increase dust-like fraction in dark gray forest soil, whereas in chernozems this index did not change significantly. In the black earth soil was noted the process of increasing the proportion of mud fraction due to mineral part chernozem destruction. In both soil types was increased sand content. It was found that drip irrigation improves some of the soil water-physical

разрушения минеральной части чернозёмов. В обоих типах почв увеличилось содержание песка. Установлено, что капельное орошение улучшает некоторые водно-физические свойства почвы, такие как коэффициент структурности и содержание агрономически ценных агрегатов в слое 20-40 см. При этом с глубиной снижается содержание гумуса и легкогидролизуемого азота. При агрегатном анализе установлено, что в темно-серой лесной почве суммы водопрочных агрегатов увеличивались, тогда как в лугово-черноземной выщелоченной почве уменьшались. Рекомендуется при наличии капельного орошения детальный контроль за степенью гумусированности почвы

Ключевые слова: КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ, ЯБЛОНЯ, ПОЧВА, ГУМУС, ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВЫ, АГРЕГАТНЫЙ И СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПОЧВЫ

Doi: 10.21515/1990-4665-129-085

Введение

Преобладающая часть данных из литературных источников свидетельствует об отрицательном влиянии капельного орошения на почву. Физические свойства почв ухудшаются в основном за счет преобладания глыбистой фракции [2]. А.П.Щербаков и И.И.Васенев [12] отмечают, что в результате орошения происходит сильное уплотнение и слитость почвы, вымывание коллоидной органоминеральной части из верхних горизонтов в нижние. Выявлено накопление водно-пептизируемого ила и его передвижение вследствие разрушения минеральной части черноземов. На увеличение содержания илистой фракции под влиянием орошения указывали также Н.Е.Абашеева с сотрудниками. [1].

И.М. Габбасова и Р.Р.Сулейманов [3] отмечают увеличение мощности гумусового горизонта и подкисление почвы в результате капельного орошения, а также снижение содержания гумуса и подвижного фосфора. Следует отметить, что использование капельного орошения и фертигации еще недостаточно изучены в ЦЧР. По информации некоторых авторов, на почвах с тяжелым механическим составом снижется ее эффективность [15]. Также фертигация может приводить к закислению почв, избыточному

properties, such as a soil structure coefficient and the content of agronomical valuable aggregates in a layer of 20-40 cm. There was also noted that with increasing soil depth was reduced humus and hydrolyzable nitrogen content. In aggregate analysis, it was found that dark-gray forest soil the amount of water-stable aggregates increased, while meadow chernozem leached soil decreased. Data of the aggregate analysis revealed that in the dark-gray forest soil the amount of water-stable aggregates increased as a result of drip irrigation, while in meadow chernozem leached soil decreased. It recommends by drip irrigation application permanent monitoring of the soil humus content

Keywords: DRIP IRRIGATION, APPLE, SOIL, HUMUS, SOIL PARTICLE SIZE DISTRIBUTION, SOIL AGGREGATE AND STRUCTURAL ANALYSIS

внесению элементов питания и т.д. [16]. При капельном орошении изменение свойств почвы определяется в значительной степени локализацией распределения поливной воды и элементов питания, когда образуются очаги с повышенной концентрацией элементов питания и увеличивается засоленность почвы, а также изменяется реакция почвенного раствора и ионное равновесие в ППК [8]. В частности, капельное орошение может приводить к насыщению ППК ионами Na^+ и Mg^{2+} и вытеснению ионов Ca^{2+} и K^+ , что может оказывать негативное влияние на плодовые растения [10].

В литературе есть данные о том, что при капельном орошении из-за частых циклов увлажнения и высушивания происходит укрупнение агрегатов, что приводит к уплотнению почвы [13;14;17]. Но подобное негативное влияние отмечается не на всех участках почвы, и авторы не дают этому однозначного объяснения [13].

Методика исследований

Почвенные исследования были выполнены в интенсивных насаждениях с капельным орошением в ООО «Агроном-сад» (Липецкая область), тип почвы – темно-серая лесная и в ОАО «Дубовое» (Тамбовская область), тип почвы - лугово-черноземная выщелоченная среднемогучая тяжелосуглинистая на покровном карбонатном суглинке. Лабораторные анализы проведены в лаборатории агрохимии ФНЦ им. И. В. Мичурина и в Елецком ГУ им. И.А. Бунина. Плотность почвы определяли методом режущих цилиндров, плотность твёрдой фазы – пикнометрическим методом, агрегатный анализ (сухое и мокрое просеивание) – методом Н.И. Савинова, гранулометрический состав - пирофосфатным методом в модификации С.И. Долгова и А.И. Личмановой [4]. В соответствии с рассчитанным коэффициентом структурности (Кст) оценивалось агрегатное состояние почв [11]. Содержание легкогидролизуемого азота в почве определяли методом Кьельдаля по И.В.Тюрину и М.М. Конновой, содержание гумуса методом И.В. Тюрина [7]. В качестве контроля выполнялись разрезы на участках

сада, где не проводилось капельное орошение. Почвенные разрезы для изучения влияния капельного орошения выполняли на участках где капельное орошение в оросительной норме 350-500 м³ осуществлялось с 2010 г. Разрезы выполнены в конце вегетации 2015 г.

Результаты исследований.

В ООО «Агроном-сад» в темно-серой лесной почве под воздействием капельного орошения в слое 0-20 см произошло значительное увеличение фракций крупной и мелкой пыли (таблица 1). В слое 41-60 см наблюдалось снижение фракции средней пыли.

Таблица 1– Влияние капельного орошения на гранулометрический состав почвы

Вариант	Содержание механических элементов, %							
	1-0,25 мм Песок средний и крупный	0,25-0,05 мм песок мелкий	0,05-0,01 мм пыль крупная	0,01-0,005 мм пыль средняя	0,005- 0,001 мм пыль мелкая	<0,001мм ил и коллоиды	>0,01 мм физический песок	<0,01мм физическая глина
ООО «Агроном-сад». Липецкая обл.								
Контр. 0-20	45,01	5,20	9,61	23,42	3,06	13,70	59,82	40,18
Конт. 21-40	48,83	8,07	6,90	17,0	3,0	16,20	63,8	36,20
Контр. 41-60	23,77	4,95	30,53	20,80	6,70	13,25	59,25	40,75
Капля 0-20	27,21	5,61	29,63	17,49	6,85	13,20	62,46	37,54
Капля 21-40	48,86	8,07	6,86	16,97	3,01	16,23	63,79	36,21
Капля 41-60	20,91	17,30	28,60	8,75	9,20	15,24	66,81	33,19
ООО «Дубовое». Тамбовская обл.								
Контр. 0-20	13,37	4,83	25,60	10,7	8,88	35,62	43,8	56,20
Конт. 21-40	45,4	5,15	9,45	22,95	3,05	14,0	60,0	40,0
Контр. 41-60	7,46	8,04	26,92	12,77	9,02	35,79	42,42	57,58
Капля 0-20	14,6	20,0	25,40	14,27	12,30	13,43	60,0	40,0
Капля 21-40	20,76	20,36	23,40	11,54	9,54	14,40	64,52	35,48
Капля 41-60	21,02	16,0	19,40	4,87	11,29	27,42	56,42	43,58

Наличие пылевидной фракции в некоторой степени препятствует снижению содержания гумуса в результате капельного орошения, поскольку содержание гуминовых веществ в тонкой пыли выше [5]. Это про-

является в слое 0-20 см почвы хозяйства «Агроном-сад». В более глубоких слоях содержание гумуса резко снижается под влиянием капельного орошения (таблица 2). Однако, не следует забывать о том, что повышение пылевидной фракции влечёт к снижению водопроницаемости, повышению способности почвы к набуханию и усадке, а также липкости [5]. Снижение содержания гумуса более существенно проявляется в тёмно-серой лесной почве хозяйства Агроном-сад, в отличие от лугово-черноземной выщелоченной среднетяжелосуглинистой на покровном карбонатном суглинке ОАО «Дубовое». Следовательно, тип почвы оказывает существенное влияние на снижение потерь гумуса при капельном орошении.

Таблица 2 – Содержание гумуса при капельном орошении

Слой, см	Агроном		Дубовое	
	Орошение	Контроль	Орошение	Контроль
0-20	3,2	3,1	5,7	5,6
21-40	2,5	3,3	5,4	5,4
41-60	1,9	2,8	4,6	4,1
61-80	1,0	2,0	2,3	3,2

Несмотря на одинаковое содержание гумуса в слое 0-20 см всех изучаемых вариантов с орошением, возможно снижение содержания легкогидролизуемого азота при капельном поливе (таблица 3). Следует отметить, что в значительно большей степени содержание легкогидролизуемого азота снижалось в опытах на чернозёмовидной почве ОАО «Дубовое».

Таблица 3 – Содержание легкогидролизуемого азота при капельном орошении

Слой, см	Агроном		Дубовое	
	Орошение	Контроль	Орошение	Контроль
0-20	132,3	169,1	74,6	247,7
21-40	117,9	190,0	117,9	218,8
41-60	132,3	174,6	45,8	218,8
61-80	146,7	161,1	89,0	233,2

Значительное снижение содержания ила под влиянием орошения произошло в слое 0-20 см почвы ОАО «Дубовое» (таблица 1). Это объясняется развитием процесса разрушения минеральной части чернозёмов. В

ООО «Агроном-сад» почва позиционируется как тёмно-серая лесная, которой данный процесс не свойственен.

В обоих хозяйствах, где изучалось капельное орошение, произошло увеличение фракций крупного и среднего песка (1-0,25 мм) (таблица 1). Видимо, увеличение удельного веса данной фракции способствует снижению плотности почвы с 1,24-1,30 г/см³ в контроле до 1,08-1,13 г/см³ в вариантах с орошением, так как песок не уплотняется под механическим воздействием.

Литературные данные о подкислении почвы, снижении содержания гумуса и элементов минерального питания в результате длительного капельного полива подтверждаются в наших исследованиях. Однако в отношении некоторых водно-физических свойств прослеживается тенденция в сторону улучшения.

Структурный анализ почвы свидетельствует о том, что при капельном орошении повышается коэффициент структурности почти в 2,5 раза и содержание агрономически ценных агрегатов в среднем на 20,1 абсолютных процента в слое 20-40 см (таблица 4). Улучшение структурного состояния почвы можно объяснить исходным его уровнем. Так, по данным В.А.Дидур и др. [6] при «отличном» исходном структурном состоянии почвы в результате капельного орошения оно ухудшается на 50%, а при «неудовлетворительном» происходит улучшение на 45%. В контроле структурное состояние почвы по градации Н.И. Саввинова оценивается как «неудовлетворительное», и при капельном орошении переходит в градацию «удовлетворительное».

Таблица 4 – Структурный анализ (сухое просеивание) почвы при капельном орошении

Вариант	Содержание воздушно-сухих агрегатов различного диаметра (мм), %									Коэффициент структурности (К _{ст}) и содержание агрономически ценных агрегатов (%)
	>10	10-7	7-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	
ООО «Агроном-сад». Липецкая обл.										
Контр 0-20	50,62	10,42	6,12	5,87	1,32	1,09	5,02	4,99	14,55	К _{ст} = 0,53 34,83 %
Контр* 20-40	63,2	18,0	7,12	6,55	1,0	1,6	0,5	1,0	1,03	К_{ст} = 0,55 35,77 %
Контр* 40-60	35,32	28,0	7,36	16,28	5,2	2,38	2,59	2,31	0,5	К _{ст} = 1,8 64,18 %
Капля 0-20	53,3	9,9	10,8	7,5	2,9	3,9	0,3	0,9	10,5	К _{ст} = 0,57 36,2 %
Капля* 20-40	52,57	19,39	13,99	9,46	1,39	1,59	0,48	0,78	0,35	К_{ст} = 0,89 47,08 %
Капля* 40-60	23,8	21,2	22,7	13,9	1,1	4,4	0,4	1,5	11,0	К _{ст} = 1,87 65,2 %
ОАО «Дубовое». Тамбовская обл.										
Контр 0-20	60,2	4,5	3,7	6,1	9,0	10,5	1,0	3,6	1,4	К _{ст} = 0,62 38,4 %
Контр* 20-40	63,0	15,22	6,58	6,21	1,5	1,06	0,5	0,6	4,33	К_{ст} = 0,48 32,67 %
Контр 40-60	30,95	13,43	12,08	12,07	2,44	3,93	6,96	14,0 2	4,12	К _{ст} = 1,85 64,93 %
Капля 0-20	59,2	7,5	7,7	6,1	6,0	7,5	1,0	2,6	2,4	К _{ст} = 0,62 38,4 %
Капля 20-40	45,91	21,74	12,3	5,82	6,69	5,54	0,69	0,88	0,43	К_{ст} = 1,16 53,66 %
Капля 40-60	29,53	16,61	13,35	13,05	10,12	10,2	1,56	3,75	1,83	К _{ст} = 2,19 68,64 %

Примечание: * - призмовидная структура

При агрегатном анализе установлено, что в слое почвы 21-40 см в ООО «Агроном-сад» произошло увеличение суммы водопрочных агрегатов более 0,25 мм почти в два раза под влиянием полива (таблица 5). В ОАО «Дубовое», напротив, происходит снижение данного показателя в слое 0-40 см. Коэффициент водопрочности несущественно отличается от контроля, но улучшение структуры наблюдается в виде перехода призмовидной в комковатую структуру (рисунок 1).

Таблица 5 – Агрегатный анализ (мокрое просеивание) почвы при капельном орошении

Вариант	Содержание водопрочных агрегатов различного диаметра (мм), %						Сумма водопрочных агрегатов, %		Коэффициент водо-прочности
	> 3	3 – 2	2 – 1	1 – 0,5	0,5 – 0,25	< 0,25	> 0,25 мм	> 1 мм	
ООО «Агроном-сад». Липецкая обл.									
Контр. 0-20	1,80	0,06	2,08	3,64	12,00	60,20	32,74	3,94	4,34
Конт. 21-40	0,00	0,00	7,58	6,58	15,28	47,02	29,44	7,58	8,45
Контр. 41-60	0,00	0,48	6,84	15,40	10,60	56,26	35,25	8,624	9,02
Капля 0-20	1,80	0,06	2,08	3,64	12,00	60,21	32,74	3,94	4,34
Капля 21-40	1,49	2,98	3,50	20,13	19,42	34,36	57,14	7,978	8,83
Капля 41-60	0,00	0,09	3,59	5,12	13,92	61,00	30,94	10,06	10,31
ООО «Дубовое». Тамбовская обл.									
Контр. 0-20	0,00	1,04	2,62	8,51	2,95	63,62	29,50	3,664	4,42
Конт. 21-40	4,02	2,30	3,44	12,00	12,24	86,26	36,20	11,98	12,61
Контр. 41-60	0,28	2,47	3,57	3,48	3,60	52,10	13,40	6,32	9,71
Капля 0-20	0,21	0,46	1,41	2,41	2,52	58,45	10,33	2,58	6,03
Капля 21-40	0,46	2,77	3,90	3,82	3,96	85,85	14,90	7,12	10,94
Капля 41-60	0,00	3,49	3,60	5,26	13,50	67,63	30,10	9,86	10,35



Рис 1. Изменение структуры почвы под влиянием капельного орошения (слева – контроль, справа – капельное орошение)

Заключение

Применение капельного орошения приводит к снижению содержания гумуса. Поэтому необходимо следить за содержанием органического вещества в почве и при необходимости вносить локально в почву перегной, а также заблаговременно применять органические удобрения перед посадкой сада при низком содержании гумуса с учётом прогнозируемого его снижения в результате капельного орошения. Учитывая возможное негативное влияние капельного орошения на физические свойства почвы, необходимо определять исходный уровень структурного состояния и осуществлять постоянный мониторинг за данным показателем. Особое внимание уделять наблюдению за влиянием капельного орошения в первую очередь на черноземных почвах.

Библиографический список

1. Абашеева, Н.Е. Биологические основы плодородия почв Бурятии: Учебное пособие/ Н.Е. Абашеева, М.Г. Меркушева, Л.Л. Убугунов, А.П. Батудаев, В.И. Убугунова, М.Р. Маладаева – Улан-Удэ: Издательство БГСХА им. В.Р.Филиппова, 2009. – 242 с.
2. Воеводина Л.А. Изменение агрофизических свойств черноземных почв под влиянием капельного орошения минерализованной водой/Л.А. Воеводина// Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2011 г. - № 4(04).[электронный ресурс] режим доступа: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec67-field6.pdf. Дата обращения: 23.12.2016.
3. Габбасова И.М. Влияние орошения на свойства черноземов в Зауральской степной зоне/ И.М. Габбасова, Р.Р Сулейманов // Вестник ОГУ. - 2009. - №6(100). – С. 548-551.
4. Ганжара, Н.Ф. Практикум по почвоведению/Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков; под ред. Н.Ф. Ганжары. – М.: Агроконсалт, 2002. – 280 с.
5. Кауричев, И.С. Почвоведение/ И.С. Кауричев – М.: Колос, 1982. – 496 с.
6. Дидур В.А., Караев А.И., Минько С.А. Изменения агрегатного состава почвы в приствольных полосах сада под воздействием капельного орошения // ВІСНИК УКРАЇНСЬКОГО ВІДДІЛЕННЯ МІЖНАРОДНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНОЇ ОСВІТИ, 2015. - №3. – С. 210-217.
7. Минеев, В.Г. Практикум по агрохимии - 2-е изд.: Учебное пособие /В.Г. Минеев, В.Г.Сычев, О.А. Амелянчик, Т.Н. Большева, Н.Ф. Гомонова, Е.П. Дурынина, В.С. Егоров, Е.В. Егорова, Н.Л. Едемская, Е.А. Карпова, В.Г. Прижукова. – М.: Изд-во МГУ, 2001. — 689 с.
8. Попова, В.П. Изменение свойств черноземов Северного Кавказа при капельном орошении плодовых насаждений//В.П. Попова, Ф.Г. Фоменко//Доклады РАСХН. – 2012, №3. – С. 37-40.
9. Ревут, И. Б. Физика почв/И.Б. Ревут. – Л.: Колос, 1964. – 318 с.

10. Фоменко, Т.Г., Результаты мониторинга физико-химических свойств чернозема обыкновенного в плодовых насаждениях при капельном орошении/Т.Г. Фоменко, В.П. Попова//Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. – 2013. – Т.3. – С.42-49.
11. Шейн, Е.В. Курс физики почв: учебник/Е.В. Шейн. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 432 с.
12. Щербаков А.П. Агроэкологическое состояние чернозёмов ЦЧО/ А.П. Щербаков, И.И. Васенёв (ред.). – 1996 [электронный ресурс] режим доступа: <http://knigi.link/pochv-agroekologiya-ekologiya/vliyanie-orosheniya-chnozemyi-48088.html>. Дата обращения 23.12.2016.
13. Cocroft, B. Degradation of soil structure due to coalescence of aggregates in no-till, no traffic bed in irrigated crops/B. Cocroft, K.A. Olsen//Australian Journal of Soil Research. – 2000. – Vol. 38, No. 1 – Pp. 61-70.
14. Lanyon, D.A. The dynamics of soil physical properties in a water stable soil: the effect of irrigation rate aggregate size distribution and overburden pressure/D.A. Lanyon, A. Cass, K.A. Olsson, B. Cocroft//Proceedings of the 4-th International Conference on Soil Dynamics. – Adelaide: Profile communications, 2000. – Pp. 415-422.
15. Neilsen, G. H. Irrigation frequency and quantity affect root and top growth of fertigated 'McIntosh' apple on M9, M26 and M7 rootstock/ G. H. Neilsen, P. Parchomchuk, R. D. Neilsen// Canadian journal of plant science. – 1997. – Vol. 71, No. 1. – Pp. 133-139.
16. Neilsen, G.H. Response of soil and irrigated fruit trees to fertigation or broadcast application of nitrogen Phosphorus and Potassium/G.H. Neilsen, D. Neilsen, F. Peryea//Horttechnology. – 1999. – vol.9, No. 3. – pp. 393-401.
17. Salgato, E. Soil physical properties under two irrigation systems in the upper Aconcagua Valley of Chile/ E. Salgato, R. Ahumada, L. Ribble, H. Gaese//Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft. – 2004. – B. 39. – S.93-102.

References

1. Abasheeva, N.E. Biologicheskie osnovy plodorodija pochv Burjatii: Uchebnoe posobie/ N.E. Abasheeva, M.G. Merkusheva, L.L. Ubugunov, A.P. Batudaev, V.I. Ubugunova, M.R. Maladaeva – Ulan-Udje: Izdatel'stvo BGSMA im. V.R.Filippova, 2009. – 242 s.
2. Voevodina L.A. Izmenenie agrofizicheskikh svojstv chernozemnyh pochv pod vlijaniem kapel'nogo orosheniya mineralizovannoj vodoj/L.A. Voevodina// Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii. – 2011 g. - № 4(04).[jelektronnyj resurs] rezhim dostupa: http://www.rosniipm-sm.ru/dl_files/udb_files/udb13-rec67-field6.pdf. Data obrashhenija: 23.12.2016.
3. Gabbasova I.M. Vlijanie orosheniya na svojstva chernozemov v Zaural'skoj step-noj zone/ I.M. Gabbasova, R.R Sulejmanov // Vestnik OGU. - 2009. - №6(100). – S. 548-551.
4. Ganzhara, N.F. Praktikum po pochvovedeniju/N.F. Ganzhara, B.A. Borisov, R.F. Bajbekov; pod red. N.F. Ganzhary. – М.: Agrokonsalt, 2002. – 280 s.
5. Kaurichev, I.S. Pochvovedenie/ I.S. Kaurichev – М.: Kolos, 1982. – 496 s.
6. Dydur V.A., Karaev A.Y., Myn'ko S.A. Yzmenenyja agregatnogo sostava pochvy v prystvolnyh polosah sada pod vozdejstvyem kapelnogo orosheniya // VISNYK UKRAINSKOGO VIDDILENNJa MIZhNARODNOI AKADEMII AGRARNOI OSVITY, 2015. - №3. – S. 210-217.
7. Mineev V.G. Praktikum po agrohimii - 2-e izd.: Uchebnoe posobie /V.G. Mineev, V.G.Sychev, O.A. Amel'janchik, T.N. Bolysheva, N.F. Gomonova, E.P. Durykina, B.C. Egorov, E.V. Egorova, N.L. Edemskaja, E.A. Karpova, V.G. Prizhukova. – М.: Изд-во МГУ, 2001. — 689 с.

8. Popova, V.P. Izmenenie svojstv chernozemov Severnogo Kavkaza pri kapel'nom oroshenii plodovyh nasazhdenij/V.P. Popova, Fomenko T.G //Doklady RASHN. – 2012, №3. – S. 37-40.
9. Revut I. B. Fizika pochv/I.B. Revut. – L.: Kolos, 1964. – 318 s.
10. Fomenko, T.G., Rezul'taty monitoringa fiziko-himicheskikh svojstv chernozema obyknovennogo v plodovyh nasazhdenijah pri kapel'nom oroshenii/T.G. Fomenko, V.P. Popova//Nauchnye trudy GNU SKZNIISiV. – 2013. – T.3. – S.42-49.
11. Shein E.V. Kurs fiziki pochv: uchebnyk/E.V. Shein. – M.: Izd-vo MGU, 2005. – 432 s.
12. Shherbakov A.P. Agrojekologicheskoe sostojanie chernozjmov CChO/ A.P. Shherbakov, I.I. Vasenjov (red.). – 1996 [jelektronnyj resurs] rezhim dostupa: <http://knigi.link/pochv-agroekologiya-ekologiya/vliyanie-orosheniya-chernozemyi-48088.html>. Data obrashhenija 23.12.2016.
13. Cocroft, B. Degradation of soil structure due to coalescence of aggregates in no-till, no traffic bed in irrigated crops/B. Cocroft, K.A. Olsen//Australian Journal of Soil Research. – 2000. – Vol. 38, No. 1 – Pp. 61-70.
14. Lanyon, D.A. The dynamics of soil physical properties in a water stable soil: the effect of irrigation rate aggregate size distribution and overburden pressure/D.A. Lanyon, A. Cass, K.A. Olsson, B. Cocroft//Proceedings of the 4-th International Conference on Soil Dynamics. – Adelaide: Profile communications, 2000. – Pp. 415-422.
15. Neilsen, G. H. Irrigation frequency and quantity affect root and top growth of fertigated 'McIntosh' apple on M9, M26 and M7 rootstock/ G. H. Neilsen, P. Parchomchuk, R. D. Neilsen// Canadian journal of plant science. – 1997. – Vol. 71, No. 1. – Pp. 133-139.
16. Neilsen, G.H. Response of soil and irrigated fruit trees to fertigation or broadcast application of nitrogen Phosphorus and Potassium/G.H. Neilsen, D. Neilsen, F. Peryea//Horttechnology. – 1999. – vol.9, No. 3. – pp. 393-401.
17. Salgato, E. Soil physical properties under two irrigation systems in the upper Aconcagua Valley of Chile/ E. Salgato, R. Ahumada, L. Ribble, H. Gaese//Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft. – 2004. – B. 39. – S.93-102.