

**ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ СТЕПЕНИ ЗАСОЛЕНИЯ
И АГРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА
ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОРОШЕНИЯ****THE FEATURES OF CHANGES OF SALINITY DEGREE AND AGROCHEMICAL INDICES
OF SOIL COVER UNDER THE INFLUENCE OF IRRIGATION**

Ключевые слова: чернозем, водная вытяжка, засоление, осолонцевание, минерализация, фосфор, гумус.

Анализ процессов соленакопления в орошаемых черноземах, расположенных в разных частях орошаемого участка после прекращения поливов, имеет практическое значение. Оказалось, что вторичное засоление почвы на территориях, прилегающих к водоему, связано с фильтрационными процессами и подъемом уровня грунтовых вод до критических глубин. На остальной площади участка почвы характеризуются как незасоленные. За период орошения земель не наблюдалось значительного ухудшения их мелиоративного состояния. Произошло перераспределения солей, изменение их состава и развитие процессов вторичного засоления на локальных участках вблизи водоема. Проблемы вторичного засоления связаны не только с подъемом и десукцией минерализованных грунтовых вод, но и с увеличением минерализации и щелочности этих вод. Содержание подвижного фосфора в пахотном слое варьирует по площади участка от 2,4 мг/100 г (очень низкое) до 13,0 мг/100 г (повышенное). Следует отметить, что за 10-летний период орошения произошло обеднение почвы подвижными формами фосфора на большей площади участка и его перемещение вниз по рельефу. Содержание гумуса в пахотном горизонте за период с 2012 по 2014 гг. в пахотном слое увеличилось при отсутствии поливов в среднем на 1,2%. Обеспеченность почв подвижным фосфором и гумусом изменилась и по площади орошаемого массива. На некоторых участках наблюдалось подкисление или подщелачивание пахотного слоя. Несмотря на некоторые изменения, почвы остались пригодными для орошения, но при соблюдении определенных агротехнических мероприятий. Следует отметить, что в настоящее время имеет место существенный разрыв между проведением исследований, ведением экологического мониторинга и принятием управленческих решений в сфере природопользования, поэтому необходима единая си-

стема, способная обеспечить ответственное лицо полной и достоверной информацией.

Keywords: *chernozem, soil-water extract, salinization, alkalinization, mineralization, phosphorus, humus.*

The analysis of salt accumulation in irrigated chernozems located in different parts of the irrigated plot after irrigation has stopped is of practical importance. It was found that the secondary soil salinization in the areas adjacent to the water body was associated with filtration processes and the water table rise to critical depths. In the rest of the area, the soils were characterized as non-saline ones. No significant deterioration of the land reclamation condition was observed during the period of land irrigation. There was salt redistribution, a change of their composition, and the development of secondary salinization in local areas near the water body. The problems of secondary salinization are associated not only with the rise and suction of saline ground waters but also with increased salinity and alkalinity of these waters. The content of mobile phosphorus in the arable layer varied over the area of the plot from 2.4 mg per 100 g (very low) to 13.0 mg per 100 g (high). It should be noted that over a 10-year period of irrigation, the soil was depleted regarding mobile forms of phosphorus over a larger area of the site; phosphorus moved down the relief. The humus content in the arable horizon for the period from 2012 to 2014 in the arable layer increased in the absence of irrigation by an average of 1.2%. The availability of mobile phosphorus and humus in the soils also changed in the area of the irrigated land. In some plots, acidification or alkalinization of the arable layer was observed. Despite some changes, the soils remained suitable for irrigation, but provided certain agrotechnical measures. It should be noted that currently there is a significant gap between conducting research, environmental monitoring and making management decisions in the field of environmental management, therefore, a unified system is needed that can provide a person in charge with complete and reliable information.

Заносова Валентина Ивановна, д.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: valzan@bk.ru.

Zanosova Valentina Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: valzan@bk.ru.

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: Makarychev1949@mail.ru.

Лимонов Константин Александрович, аспирант, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: limonov.kons@mail.ru.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: Makarychev1949@mail.ru.

Limonov Konstantin Alekseyevich, post-graduate student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: limonov.kons@mail.ru.

Введение

Любые карто-схемы распределения различных показателей того или иного почвенного массива строятся на основе усредненных значений содержания гумуса, подвижных форм химических элементов, а также направлений их динамики при использовании слоя «Орошаемые поля» с присоединением внешней таблицы с результатами анализов, обработанных при помощи специальной программы [1].

Построение цифровых карт, отражающих пространственное распределение агрохимических показателей чернозема, сводится к тому, что результаты лабораторных исследований по каждому образцу записываются во внешней таблице базы геоинформационной системы, которая соединяется со слоем «Место отбора почвенных образцов».

Банк данных по мониторингу орошаемых черноземов можно пополнять дополнительно разнообразными базами, в которых представлены иные показатели. В итоге собранная информация может быть использована для описания мелиоративного состояния исследованного орошаемого почвенного массива, в котором содержатся его количественные и качественные оценки.

Объекты и методы

Объектом исследования явились черноземы выщелоченные, расположенные на территории оросительной системы Павловского района Алтайского края. В случае неравномерно распределенных по территории агрохимических, агрофизических и иных показателей для их интерполяции использован метод Кригинга. Лабораторные исследования почвенных образцов заключались в определении химического состава водной вытяжки и содержания в них подвижного фосфора и органического вещества [2].

Результаты исследований

Для анализа мелиоративного состояния орошаемого почвенного участка нами использованы данные Алтайводпроекта, полученные в 2002 и 2012 гг. Сотрудниками лаборатории Алтайского ГАУ в 2014 г. были отобраны образцы выщелоченного чернозема с глубины 0-20 см по ГОСТ 28168-89. Точки отбора почвенных образцов отображены на оцифрованной карто-схеме (рис. 1).

Отбор почвенных проб проводился буром в июне и сентябре 2014 г. Пахотный горизонт чернозема темно-серый, комковато-пылеватый, слабоуплотненный. Гранулометрический состав легкосуглинистый при содержании физической глины в пределах 26,4-32,4%. Существенных изменений гранулометрии по профилю не прослеживалось.

Экспериментальные исследования водной вытяжки при анализе почвенных образцов дали возможность определить не только состав, но и численное значение растворенных в почве, а кроме того, характер и степень засоления чернозема. При этом принято считать, что почвы можно отнести к засоленным при сумме солей, превышающих 0,3% [3, 4].

Изучение почвенного покрова учеными Алтайводпроекта в 2002 г. в зависимости от мелиоративных особенностей дало возможность сгруппировать почвы в три группы [3]. В первую входят пригодные для оросительных мелиораций автоморфные почвы безо всяких исключений. Она представлена черноземом выщелоченным средне- и маломощным малогумусным. Водные показатели их благоприятны. Грунтовые воды отмечены на глубинах от 5 м и ниже. Орошение почв данной группы не вызвало неблагоприятных изменений в структуре и плодородии.

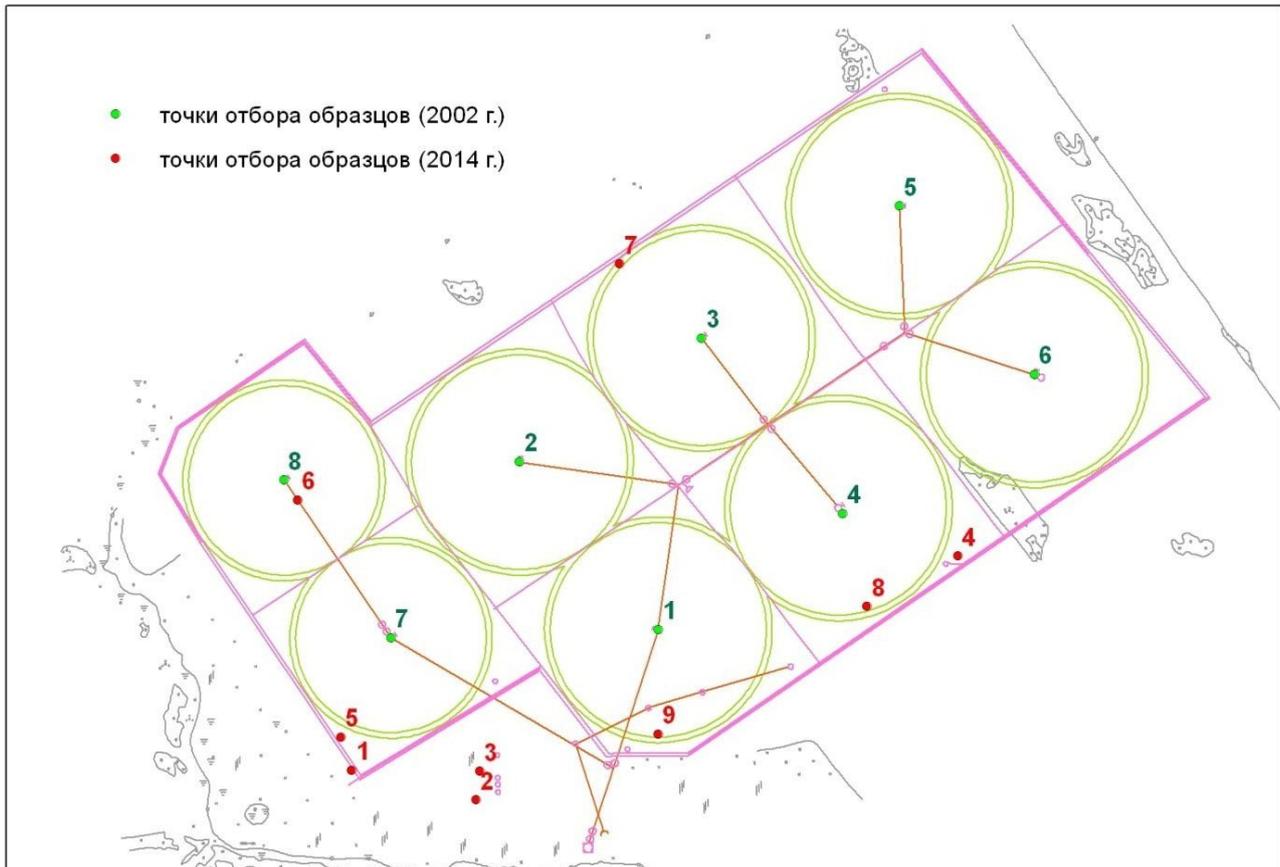


Рис. 1. Точки отбора почвенных образцов

Во вторую мелиоративную группу входит полугидроморфная несолонцеватая незасоленная лугово-черноземная почва. Ее орошение рекомендовано при строгом соблюдении поливных норм и контроле над водным режимом. В них отмечен подъем грунтовых вод до уровня, равного 3 м. Для повышения плодородия необходимо внесение повышенных доз минеральных и органических удобрений.

Третью группу образует лугово-черноземная гидроморфная слабосолонцеватая среднесуглинистая почва. Она сформировалась при залегании грунтовых вод на глубине 2,5-3,5 м. Орошение этих почв без специальных гидромелиоративных мероприятий вызовет усиление процесса осолонцевания и засоления. Оросительные мелиорации возможны при обязательном нормировании норм полива. В этом случае необходимы увеличенные дозы органики, а также разрушение солонцового горизонта и его гипсование.

Практическое значение имеет изучение концентрации легкорастворимых солей при орошении черноземов исследуемого участка в результате прекращения дождевания [5]. Анализ образцов № 2 и № 3 (рис. 1) показал, что их плотный остаток равен 1,11 и 0,89% соответственно, поэтому эти почвы относятся к средnezасоленным. В них катионы натрия составляют 12,8 и 10,4 мг-экв/100 г. Среди анионов преобладают сульфаты. Повторное засоление почв, расположенных вблизи водоема, обусловлено фильтрацией и высоким уровнем грунтовой воды.

На повышенных элементах рельефа количество плотного остатка в почве лежит в пределах от 0,05 до 0,09%, поэтому такие почвы принято считать незасоленными. Поглощенные основания представлены натриево-кальциево-магниевым составом. В них преобладают кальций и магний. Обменный натрий не превышает 0,4 мг-экв/100 г. Имеется значительное количество анионов хлоридов и сульфатов.

Проведенные нами исследования показали, что орошение не привело к значительной деградации мелиоративного состояния почвенного покрова (рис. 2). Имело место изменение в составе легкорастворимых солей, их перераспределение по площади участка и появление повторного засоления чернозема около водохранилища. Следует отметить, что развитие вторичного засоления обусловлено как подъемом, так и десукцией грунтовых вод, кроме того, ростом их минерализации и щелочности [6, 7].

Таким образом, для регулирования солевого режима чернозема необходим учет изменения состава почвенного раствора и ППК. Установление количества и качества водорастворимых солей имеет большое практическое мелиоративное значение, так как по нему судят о количестве вредных солей, находящихся в почве, следовательно, о необходимых мероприятиях, направленных на недопущение их деградации [8]. Из анализа водной вытяжки можно определить также количество наиболее вредных солей (хлоридов и солей натрия), находящихся в почве. Кроме того, имеется возможность получить

данные о запасах сульфатов и карбонатов кальция и магния.

При изучении засоленности почв необходимо подробное обследование данной территории и, по возможности, района в гидрогеологическом и геологическом отношении в целях выяснения, имеют ли почвы в данном случае некоторый относительно постоянный запас солей или же, напротив, их сумма изменяется во времени.

К основным агрохимическим свойствам чернозема можно отнести количество органики, подвижных форм питательных элементов, кислотность, содержание магния, кальция, микроэлементов и тяжелых металлов (табл.).

Нами показано, что в ретроспективе реакция почвенного раствора во всем профиле орошаемого участка нейтральная, рН изменяется от 7,06 в слое 0-20 см до 7,8 в нижних горизонтах. В то же время в результате орошения произошли некоторые изменения. Так, в пахотном слое реакция почвенного раствора варьирует от слабокислой до щелочной, хотя на большей части массива орошения является нейтральной.

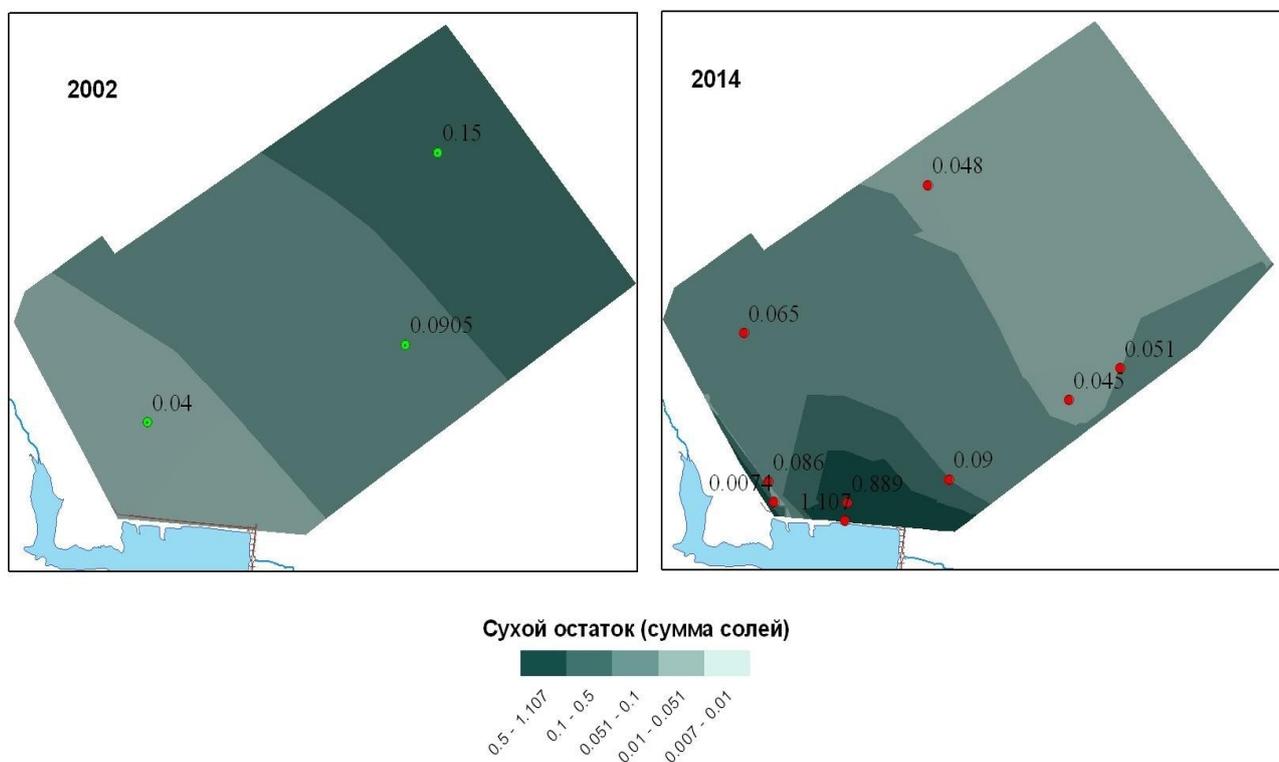


Рис. 2. Общее содержание солей в почвенном профиле (пахотный слой)

Агрoхимические показатели чернозема

Номер разреза	Агрoхимические свойства				
	рН	катионы, мг-экв/100 г		фосфор, мг/кг	гумус, %
		кальций	магний		
Дата отбора проб: 2002 г.					
1 с. 4	7,5	0,40	0,20	15,0	3,20
2 с. 7	7,1	0,31	0,10	9,0	4,24
3. с. 5	7,3	не опр.	не опр.	4,0	5,24
Дата отбора проб: 16.06.2014 г.					
1	7,14	0,40	0,30	9,0	3,83
1а	7,16	0,50	0,10	5,0	4,90
2	10,1	1,50	1,50	11,0	1,24
3	9,94	1,00	1,50	13,0	3,61
4	6,45	0,30	0,10	2,4	5,34
5	7,75	0,70	0,10	11,2	4,60
6	6,96	0,30	0,10	4,6	5,91
7	6,87	0,20	0,20	4,4	5,49
8	6,80	0,20	0,20	2,6	6,53
9	7,26	0,50	0,30	6,8	7,35

Содержание подвижных фосфатов в черноземе показано в таблице. Количество подвижного фосфора в слое 0-20 см варьирует по орошаемой площади (данные 2014 г.) в пределах 2,4-13,0 мг/100 г, т.е. от очень низкого до повышенного. В то же время за 10 лет оросительных мелиораций наблюдалось постепенное обеднение чернозема фосфором на значительной площади массива и распространение его вниз по склону (рис. 3).

Количество гумуса в черноземе является основным показателем его плодородия. В нем концентрируются главные компоненты питательного режима растений [9]. В 2002 г. содержание гумуса в слое 0-20 см было равно 3,2-5,2%, а в подпахотном горизонте составляло 2,3-2,7%. В целом общие запасы гумуса достигали 140-160 т/га. К 2014 г. почвы орошаемого массива относились к маломощным с содержанием гумуса от 1,24 до 5,35%, а его запасы варьировали от 45 до 267 т/га (рис. 4).

Почвенные образцы, содержащие от 4,0 до 6,0% гумуса, в 2014 г. составили больше 45%. Число образцов чернозема с количеством гумуса от 1,24 до 3,61% оказалось равным 33%. Максимум органики в черноземе (6,53-7,35%) имел место в 22% почвенных проб (табл.).

Результаты исследований показали, что за прошедшие 12 лет после почвенно-мелиоративных изысканий на существующей оросительной системе произошли изменения основных агрохимических показателей почвы под влиянием орошения. Содержание гумуса в пахотном горизонте снизилось за 2002-2012 гг. на 0,3%, а его мощность – на 3 см. Но с 2012 по 2014 гг. его количество возросло без орошения в среднем на 1,2%. Содержание подвижного фосфора и гумуса изменилось по всему изученному участку. В некоторых местах массива имело место возрастание кислотности или щелочности пахотного горизонта. Тем не менее чернозем остался пригодным для оросительных мелиораций.

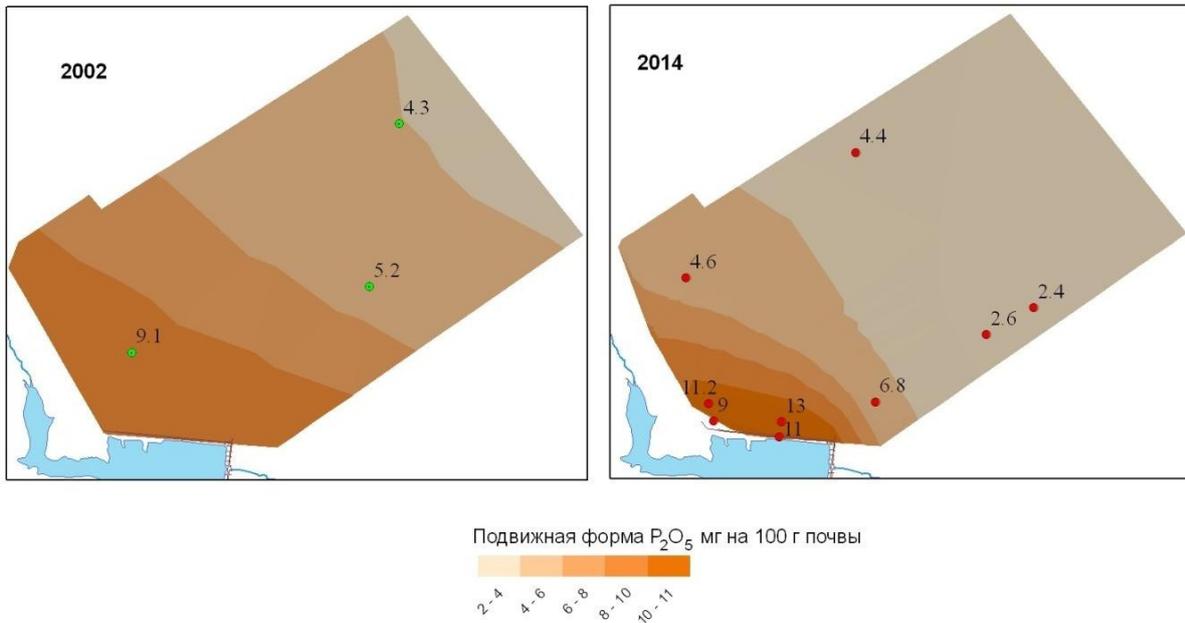


Рис. 3. Количество подвижных форм фосфора в пахотном слое чернозема

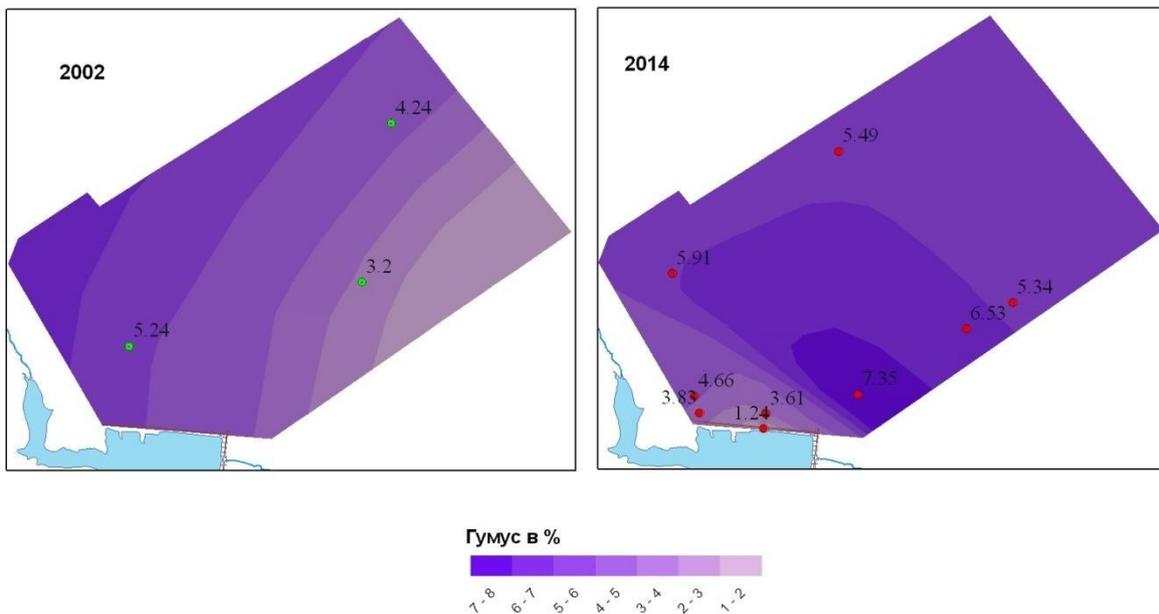


Рис. 4. Содержание гумуса в пахотном слое чернозема

Выводы

1. Проведенные нами исследования показали, что орошение не привело к значительной деградации мелиоративного состояния почвенного покрова. Имело место изменение в составе легкорастворимых солей, их перераспределение по площади участка и появление повторного засоления чернозема около водохранилища.

2. Нами показано, что в ретроспективе реакция почвенного раствора во всем профиле орошаемого участка нейтральная, pH изменяется от 7,06 в слое 0-20 см до 7,8 в нижних горизонтах.

В то же время в результате орошения произошли некоторые изменения. Так, в пахотном слое реакция почвенного раствора варьирует от слабокислой до щелочной, хотя на большей части массива орошения является нейтральной.

3. Количество подвижного фосфора в слое 0-20 см варьирует по орошаемой площади (данные 2014 г.) в пределах 2,4-13,0 мг/100 г, т.е. от очень низкого до повышенного. В то же время за 10 лет оросительных мелиораций наблюдалось постепенное обеднение чернозема фосфором

на значительной площади массива и распространение его вниз по склону.

4. Почвенные образцы, содержащие от 4,0 до 6,0% гумуса, в 2014 г. составили больше 45%. Число проб чернозема с количеством гумуса от 1,24 до 3,61% оказалось равным 33%. Максимум органики в черноземе (6,53-7,35%) имел место в 22% почвенных проб.

Библиографический список

1. Ведение ГИС-мониторинга орошаемых земель Центральной Кулунды в целях экологической безопасности: рекомендации / В. И. Заносова, С. В. Макарычев, И. С. Постнова, И. Г. Брыкина. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2013. – 59 с. – Текст: непосредственный.

2. Зимовец, Б. А. Методы оценки и изученности пригодности воды для орошения / Б. А. Зимовец, И. П. Айдаров, Н. Б. Хитров. – Москва: ГОС-НИТИ, 1993. – 115 с. – Текст: непосредственный.

3. Безднина, С. Я. Принципы и методы оценки и качества воды для орошения / С. Я. Безднина. – Текст: непосредственный // Мелиорация и водное хозяйство. – 1989. – № 8. – С. 23-24.

4. Горев, Л. Н. Основы мелиоративной гидрохимии / Л. Н. Горев, В. И. Пелешенко. – Киев: Выща школа, 1991. – 535 с. – Текст: непосредственный.

5. Затинатский, М. В. Павловская оросительная система (реконструкция), Павловский район, Алтайский край / М. В. Затинацкий, А. Д. Иванов; ЗАО ПИИ «Алтайводпроект». – Барнаул, 2012. – Текст: непосредственный.

6. Заносова В. И. Экологические аспекты сельскохозяйственного водопользования в Алтайском крае: монография / В. И. Заносова, С. В. Макарычев, Н. И. Алешина. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2012. – 386 с. – Текст: непосредственный.

7. Заносова, В. И. Влияние природно-техногенных водных объектов на баланс и режим грунтовых вод / В. И. Заносова. – Текст: непосредственный // Природообустройство. – 2013. – № 4. – С. 67-70.

8. Bolotov A.G., Shein E.V., Makarychev S.V. (2019). Water retention capacity of soils in the Altai Region. *Eurasian Soil Sci.* 52 (2): 187-192.

9. Бурлакова, Л. М. Плодородие алтайских черноземов в системе агроценоза / Л. М. Бурлакова. – Новосибирск: Наука СО, 1984. – 198 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Zanosova V.I. Vedenie GIS-monitoringa oroshaemykh zemel Tsentralnoy Kulundy v tselyakh ekologicheskoy bezopasnosti: rekomendatsii / V.I. Zanosova, S.V. Makarychev, I.S. Postnova, I.G. Brykina. – Barnaul: AGAU, 2013. – 59 s.

2. Zimovets B.A. Metody otsenki i izuchennosti prigodnosti vody dlya orosheniya / B.A. Zimovets, I.P. Aydarov, N.B. Khitrov. – Moskva: GOS-NITI, 1993. – 115 s.

3. Bezdina S.Ya. Printsipy i metody otsenki i kachestva vody dlya orosheniya. / S.Ya. Bezdina // Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. – 1989. – No. 8. – S. 23-24.

4. Gorev L.N. Osnovy meliorativnoy gidrokhimii. / L.N. Gorev, V.I. Peleshenko. – Kiev: Vyshcha shkola, 1991. – 535 s.

5. Zatinatskiy M.V. Pavlovskaya orositelnaya sistema (rekonstruktsiya), Pavlovskiy rayon, Altayskiy kray / M.V. Zatinatskiy, A.D. Ivanov. ZAO PII «Altayvodproekt». – Barnaul, 2012.

6. Zanosova V.I. Ekologicheskie aspekty selskokhozyaystvennogo vodopolzovaniya v Altayskom krae: monografiya / V.I. Zanosova, S.V. Makarychev, N.I. Aleshina. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2012. – 386 s.

7. Zanosova V.I. Vliyanie prirodno-tekhnogenykh vodnykh obektov na balans i rezhim gruntovykh vod // Prirodoobustroystvo. – 2013. – No. 4. – S. 67-70.

8. Bolotov A.G., Shein E.V., Makarychev S.V. (2019). Water retention capacity of soils in the Altai Region. *Eurasian Soil Sci.* 52 (2): 187-192.

9. Burlakova L.M. Plodorodie Altayskikh chernozemov v sisteme agrotsenoza. – Novosibirsk: Nauka SO, 1984. – 198 s.