

raionakh vzdelyvaniia. – Moskva: Kolos, 1996. – S. 26-50.

4. Volodin A.B. Potentsialnye vozmozhnosti sakharnogo sorgo / A.B. Volodin, M.P. Zhukova // Kormoproizvodstvo. – 2002. – No. 4. – S.11-15.

5. Kashevarov N.I. Sudanka v kormoproizvodstve Sibiri / N.I. Kashevarov, R.I. Poliudina, N.V. Balykina i dr. – Novosibirsk, 2004. – 224 s.

6. Sudanskaia trava / pod red. I.S. Shatilova, A.P. Movsisiantsa, I.A. Dranenko i dr. – Moskva: Kolos, 1981. – 203 s.

7. Shukis E.R. Sovershenstvovanie sortovogo sostava sudanskoj travy v Altaiskom krae /

E.R. Shukis, S.K. Shukis // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 8 (154). – S. 23-27.

8. Metodika polevykh opytov s kormovymi kulturami / VIK. – Moskva: Kolos, 1971. – 158 s.

9. Metodika gosudarstvennogo ispytaniia selskokhoziaistvennykh kultur. – Moskva, 1985. – Vyp. 1. – S. 3-267.

10. Metodicheskie ukazaniia po izucheniiu kollektсионnykh obraztsov kukuruzy, sorgo i krupianykh kultur. – Leningrad: VIR, 1968. – 51 s.

11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – Moskva: Kolos. – 336 s.



УДК 631.6:631.4(57115)

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-218-12-38-43

С.В. Макарычев, И.В. Шорина

S.V. Makarychev, I.V. Shorina

СКЛОНОВЫЕ ПОЧВЫ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ В ИХ ПРОФИЛЕ ВОДНОГО РЕЖИМА

SLOPE SOILS AND WATER REGIME FORMATION FEATURES IN THEIR PROFILE

Ключевые слова: склон, почва, чернозем, влажность, влагозапасы, температура, теплопоток, водный режим, дефицит влаги, орошение, поливная норма.

Объектом наших исследований явились склоновые черноземные почвы Алтайского Приобья, сформированные на различных элементах мезорельефа, предметом – распространение и аккумуляция влаги и тепла в их профиле. Работа была организована на пахотных угодьях землепользования учебно-опытного хозяйства «Пригородное» на северо-запад от Барнаула. Крутизна склона составляла 6°. Весной 2006 г. в пахотном горизонте величина продуктивной влаги (ПЗВ) равнялась 37 мм, т. е. была близка к уровню «хорошей». Тем не менее, при отсутствии дождей в последующем гумусовый слой постепенно иссушался, и в первой декаде сентября дефицит влаги достиг 29 мм. Поскольку основная масса корней гречихи сосредоточена в почвенном слое 0-30 см, можно констатировать, что водные условия для нее были весьма удовлетворительными. В мае 2007 г. в верхнем 20-сантиметровом слое ПЗВ равнялись 54,4 мм, что соответствовало уровню «очень хороших» влагозапасов. Нижележащие слои почвенного профиля были увлажнены слабее. С течением времени имело место иссушение гумусовых горизонтов. Тем не менее, в пахотном слое количество продуктив-

ной влаги в июне-июле характеризовалось как «удовлетворительное» и только в августе опустилось до «плохого». В то же время в наиболее важном для гречихи корнеобитаемом слое (0-42 см) наблюдался дефицит доступной влаги, особенно в первой декаде августа, который достиг 56 мм. В мае 2006 г. доступные влагозапасы метрового слоя чернозема в августе и сентябре соответствовали уровню «хороших», в июне – «очень хороших», а в августе – «удовлетворительных». В 2007 г. в течение всей вегетации зерносмеси они были «хорошими», т. е. находились в диапазоне от 160 до 130 мм.

Keywords: slope, soil, chernozem, moisture, moisture storage, temperature, heat flow, water regime, moisture deficit, irrigation, irrigation rate.

The research target were the slope chernozem soils of the Altai Region's Ob River area formed on various mesorelief features; and the research subject was the distribution and accumulation of moisture and heat in their profiles. The study was carried out on the arable lands of the "Prigorodnoe" training and experimental farm to the northwest of the City of Barnaul. The steepness of the slope was 6°. In the spring of 2006, in the arable horizon, the available moisture reached 37 mm, i.e. it was close to "good". However, in the absence of rains, the humus layer

gradually dried up and in the first ten days of September, the moisture deficit reached 29 mm. Since most buckwheat roots are concentrated in the soil layer of 0-30 cm, it may be stated that the water conditions for buckwheat were very satisfactory. In May 2007, the available moisture in the upper 20 cm layer was 54.4 mm which corresponded to the level of "very good" moisture storage. The underlying layers of the soil profile were less moistened. With time, the humus horizons dried up. Nevertheless, in the arable layer, the amount of available moisture in June and July was

characterized as "satisfactory" and only in August dropped to "poor". At the same time, in the most important root layer (0-42 cm) for buckwheat, there was a deficit of available moisture especially in the first ten days of August which reached 56 mm. In May 2006, the available moisture storage in one meter layer of chernozem in August and September corresponded to the level of "good", in June - "very good", and in August - "satisfactory". In 2007, during the entire growing season of the grain mixture, they were "good", that is, they were in the range from 160 to 130 mm.

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

Шорина Ирина Владимировна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: irishorina@yandex.ru.

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

Shorina Irina Vladimirovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: irishorina@yandex.ru.

Введение

Склонами называют наклонные участки поверхности с уклоном более 2°. Перемещение механических элементов и влаги в склоновых землях реализуется под влиянием силы тяжести. Этой силе противодействуют силы трения, возникающие при взаимосцеплении почвенных частиц друг с другом и подстилающими почвообразующими породами. Превалирование вертикальной составляющей силы земного тяготения над силами сцепления определяет направление процессов, формирующихся на склоне [1]. С учетом того, что о механическом перемещении вещества в почвенном профиле можно судить только на основе непосредственных полевых наблюдений, возникает необходимость исследования возможной аккумуляции различных фракций гранулометрического состава и влаги на различных элементах склона. Кроме того, мезоформы рельефа способствуют миграции тепла и влаги с поверхностным и внутрипочвенным стоком [2, 3]. Поэтому **цель** работы – изучение особенностей формирования гидротермического режима в профиле чернозема выщелоченного, расположенного в средней части склона юго-западной экспозиции. Антропогенная эрозия является причиной частичного нарушения или полного уничтожения почвенных горизонтов. В Западной Сибири особенности эрозионных процессов были предметом внимания некоторых авторов [4].

Объекты и методы

Объектом исследований явились склоновые черноземные почвы Алтайского Приобья, сформированные на различных элементах мезорельефа, предметом – распространение и аккумуляция влаги и тепла в их профиле. Работа была организована на пахотных угодьях землепользования учебно-опытного хозяйства «Пригородное» на северо-запад от Барнаула. Крутизна склона составляла 6°. Севооборот включал посев многолетних трав, гречиху и зерносмесь. При этом температура почвы измерялась электронным термометром [5-7], а влагосодержание – методом взвешивания [8].

Результаты исследований

Почвенный разрез открыт в транзитной зоне склона (средняя часть). Почва характеризовалась как чернозем выщелоченный, среднетощный, малогумусный, среднесуглинистый. Вскпал с глубины 123 см [9].

Горизонт $A_{\text{пах.}}+A$ (0-42 см) темно-серого оттенка, влажный, пористый, отмечены корни растений. Переходный слой АВ (42-57 см) бурый, влажный, плотный. Иллювиальный горизонт В (57-123 см) бурый, увлажнен, плотный, комковатый. В гумусово-аккумулятивном горизонте отмечено значительное содержание мелкопесчаной фракции (до 31%). В профиле сосредоточено много крупной пыли, отрицательно влияющей

на структурообразование. Максимальное ее количество приурочено к горизонтам В и ВС_к.

Таблица 1 содержит данные по плотности сложения и гидрологическим константам генетических горизонтов чернозема выщелоченного.

Данные таблицы 1 показывают, что плотность сложения почвенного профиля до глубины 120 см не претерпевает изменений и равна

1,3 г/см³. В зависимости от мощности горизонта гидрологические постоянные сильно варьируют по глубине. Это относится к влажности завядания (ВЗ) и наименьшей влагоемкости (НВ).

Рассмотрим особенности влагонакопления в почвенном профиле в течение вегетационных периодов за годы исследований (табл. 2).

Таблица 1

Плотность сложения и основные гидрологические константы чернозема выщелоченного, мм

Горизонт	Глубина, см	Плотность, г/см ³	ВЗ	НВ	0,75НВ
Ап	0-20	1,3	18,7	74,9	56,2
А	20-42	1,2	18,2	73,1	54,8
АВ	42-57	1,3	17,9	52,3	39,2
В	57-100	1,3	42,5	148,1	111,0

Таблица 2

Общие (ОЗВ, мм) и продуктивные (ПЗВ, мм) запасы влаги и ее дефицит (мм) в профиле чернозема на средней части склона в 2006 г.

Срок	20.05	26.06	15.07	17.08	09.09
Ап+А (0-42 см)					
У	17,5	23,1	18,2	17,4	15,0
ОЗВ	95,6	126,1	99,4	95,0	81,9
ПЗВ	77,1	107,6	80,8	76,5	63,4
0-20	36,7	51,0	38,5	36,4	30,2
Дефицит	15,4	нет	11,6	16,0	29,1
АВ (42-57 см)					
У	18,1	16,0	18,8	26,3	21,5
ОЗВ	35,3	31,2	36,4	51,3	41,9
ПЗВ	17,4	13,3	18,5	33,4	24,0
Дефицит	21,8	25,9	20,7	9,8	15,0
В (57-100 см)					
У	14,0	15,5	16,2	14,6	14,8
ОЗВ	78,3	86,6	90,6	81,6	82,1
ПЗВ	69,7	61,4	57,4	66,4	65,9
Дефицит	32,7	24,4	20,4	29,4	28,9

Как следует из данных таблицы 2, к третьей декаде мая относительная влажность гумусово-аккумулятивного горизонта составляла 17,5%. Поэтому общие (ОЗВ) запасы влаги здесь достигали 96 мм при мощности слоя 42 см. Следовательно, для пахотного горизонта 0-20 см величина продуктивной влаги (ПЗВ) равнялась 37 мм, т. е. была близка к уровню «хорошей» [8]. В иллювиальном горизонте В относительное увлажнение не превышало 14%. Под влиянием атмосферных осадков ПЗВ в конце июня в слое

0-42 см увеличились до 108 мм, поэтому дефицит влаги не наблюдался. Тем не менее, при отсутствии дождей в последующем гумусовый слой постепенно иссушался за счет транспирации растений гречихи, и в первой декаде сентября недостаток влаги достиг 29 мм, а поливная норма – соответственно, 290 т/га. В то же время количество доступной влаги в нижележащих горизонтах АВ и В за летние месяцы ни разу не достигало 0,75НВ, в результате чего сохранялся водный дефицит в пределах 30 мм.

Поскольку основная масса корней гречихи сосредоточена в почвенном слое 0-30 см, можно констатировать, что водные условия для нее с начала сева и до уборки (20.05-20.08) были

весьма удовлетворительными. В мае 2007 г. влажность чернозёма в гор. А на всех исследуемых вариантах была несколько выше, чем в 2006 г. (табл. 3).

Таблица 3

Общие (ОЗВ, мм) и продуктивные (ПЗВ, мм) запасы влаги и ее дефицит (мм) в профиле чернозема на средней части склона в 2007 г.

Срок	18.05	15.06	02.07	07.08	02.09
Ап+А (0-42 см)					
U	24,3	16,0	17,5	10,1	14,3
ОЗВ	132,7	87,4	95,6	55,1	77,5
ПЗВ	114,2	69,2	77,1	36,6	59,0
0-20	54,4	33,0	36,7	17,4	28,1
Дефицит	нет	23,6	15,4	55,9	33,5
АВ (42-57 см)					
U	19,4	15,2	15,0	14,4	12,2
ОЗВ	37,8	29,6	29,0	28,1	23,8
ПЗВ	19,8	11,6	11,0	10,1	5,8
Дефицит	1,4	9,4	10,0	10,9	15,2
В (57-123 см)					
U	17,5	15,0	15,1	12,4	10,2
ОЗВ	97,8	83,9	84,2	69,3	57,0
ПЗВ	55,3	41,4	41,7	26,8	14,5
Дефицит	13,2	27,1	26,8	41,7	54,0

При рассмотрении данных по влагосодержанию следует отметить, что в мае 2007 г. в гумусовых горизонтах (Ап+А) относительное увлажнение составляло 24% от массы сухой почвы, что позволило определить запасы влаги в миллиметрах. Так, ОЗВ составило 133, а ПЗВ – 114 мм. Для 20-сантиметрового слоя второй показатель равнялся 54,4 мм, что соответствовало уровню «очень хороших» влагозапасов. Ниже лежащие слои почвенного профиля были увлажнены слабее, и в иллювиальном горизонте образовался небольшой дефицит влаги (13,2 мм на 42 см толщи). С течением времени имело место иссушение гумусовых горизонтов **Ап**, **А** и **АВ**. Тем не менее, в пахотном слое количество продуктивной влаги в июне-июле характеризовалось как «удовлетворительное» и только в августе опустилось до «плохого». В то же время в наиболее важном для гречихи корнеобитае-

мом слое (0-42 см) наблюдался дефицит доступной влаги, особенно в первой декаде августа, который достиг 56 мм при поливной норме 560 т/га. Таким образом, летом 2007 г. водные условия для растений были хуже, чем в предыдущем году.

Знание относительной влажности генетических горизонтов чернозема дало возможность рассчитать общие и оценить полезные запасы влаги в метровом слое почвы (табл. 4).

Данные таблицы 4 показывают, что в мае 2006 г. общие запасы влаги в метровом слое в средней части склона оказались вполне удовлетворительными. Доступные влагозапасы в августе и сентябре соответствовали уровню «хороших», в июне – «очень хороших», а в августе – «удовлетворительных» [8]. В 2007 г. в течение всей вегетации растений они были хорошими, т.е. находились в диапазоне от 160 до 130 мм.

Общие (ОЗВ, мм) и продуктивные запасы влаги (ПЗВ, мм) в метровом слое чернозема выщелоченного (ОЗВ – числитель, ПЗВ – знаменатель)

2006 г.				
20 мая	26 июня	15 июля	17 августа	9 сентября
<u>205,2</u>	<u>176,9</u>	<u>233,9</u>	<u>251,4</u>	<u>222,0</u>
147,6	175,9	118,9	101,4	130,8
2007 г.				
18 мая	15 июня	2 июля	7 августа	2 сентября
<u>257,1</u>	<u>198,4</u>	<u>207,2</u>	<u>154,8</u>	<u>156,3</u>
195,1	154,4	145,6	138,2	136,5

Выводы

1. Весной 2006 г. в пахотном горизонте величина продуктивной влаги (ПЗВ) равнялась 37 мм, т. е. была близка к уровню «хорошей». Тем не менее, при отсутствии дождей в последующем гумусовый слой постепенно иссушался, и в первой декаде сентября дефицит влаги достиг 29 мм. Поскольку основная масса корней гречихи сосредоточена в почвенном слое 0-30 см, можно констатировать, что водные условия для нее были весьма удовлетворительными.

2. В мае 2007 г. в верхнем 20-сантиметровом слое ПЗВ равнялся 54,4 мм, что соответствовало уровню «очень хорошего» влагосодержания. Нижележащие слои почвенного профиля были увлажнены слабее. С течением времени имело место иссушение гумусовых горизонтов. Тем не менее, в пахотном слое количество продуктивной влаги в июне-июле характеризовалось как «удовлетворительное» и только в августе опустилось до «плохого». В то же время в наиболее важном для гречихи корнеобитаемом слое (0-42 см) наблюдался дефицит доступной влаги, особенно в первой декаде августа, который достигал 56 мм.

3. В мае 2006 г. доступные влагозапасы метрового слоя чернозема в августе и сентябре соответствовали уровню «хороших», в июне – «очень хороших», а в августе – «удовлетворительных». В 2007 г. в течение всей вегетации гречихи они были «хорошими», т. е. находились в диапазоне от 160 до 130 мм.

Библиографический список

1. Кудрявцев, А. Е. Состояние почвенного плодородия на склоновых землях Алтайского Приобья: доклады, выступления, рекомендации / А. Е. Кудрявцев, Е. В. Кононцева. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. – С. 12-21. – Текст: непосредственный.
2. Татаринцев, Л. М. Агрофизическая характеристика почв Алтайского края / Л. М. Татаринцев. – Барнаул: АГАУ, 1992. – 36 с. – Текст: непосредственный.
3. Соврикова, Е. М. Органическое вещество агрогенных почв и эффективное плодородие в системе агроландшафтов подзоны умеренно-засушливой и колочной степи Предалтайской провинции: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Соврикова Екатерина Михайловна. – Барнаул, Изд-во АГАУ, 2006. – 121 с. – Текст: непосредственный.
4. Путилин, А. Ф. Эрозия почв в лесостепи Западной Сибири / А. Ф. Путилин. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 283 с. – Текст: непосредственный.
5. Болотов, А. Г. Электронный измеритель температуры почвы / А. Г. Болотов, С. В. Макарычев, Ю. В. Беховых. – Текст: непосредственный // Проблемы природопользования на Алтае: сборник научных трудов молодых ученых. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. – С. 55-57.
6. Определение профильного распределения температуры почвы на основании температуры ее поверхности / Е. В. Шеин, А. Г. Болотов,

М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 26-29.

7. Качинский, Н. А. Оценка основных физических свойств почв в агрономических целях и природного плодородия их по механическому составу / Н. А. Качинский. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 1958. – № 5. – С. 1-17.

8. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с. – Текст: непосредственный.

9. Макарычев, С. В. Теплофизические свойства и гидротермические режимы черноземных почв на склонах высокого Алтайского Приобья / С. В. Макарычев, И. В. Шорина. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2012. – 120 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Kudriavtsev A.E. Sostoianie pochvennogo plodorodiia na sklonovykh zemliakh Altaiskogo Priobia: doklady, vystupleniia, rekomendatsii / A.E. Kudriavtsev, E.V. Konontseva. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2001. – S. 12-21.

2. Tatarintsev L.M. Agrofizicheskaia kharakteristika pochv Altaiskogo kraia. – Barnaul: AGAU, 1992. – 36 s.

3. Sovrikova E.M. Organicheskoe veshchestvo agrogennykh pochv i effektivnoe plodorodie v sisteme agrolandshaftov podzony umerenno-

zasushlivoi i kolochnoi stepi Predaltaiskoi provintsii: dis. ... kand. s-kh. nauk. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2006. – 121 s.

4. Putilin A.F. Eroziia pochv v lesostepi Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2002. – 283 s.

5. Bolotov A.G. Elektronnyi izmeritel temperatury pochvy / A.G. Bolotov, S.V. Makarychev, Iu.V. Bekhovykh // Problemy prirodopolzovaniia na Altae. – Sb. nauch. tr. molodykh uchenykh. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2001. – S. 55-57.

6. Shein E.V. Opredelenie profilnogo raspredeleniia temperatury pochvy na osnovanii temperatury ee poverkhnosti / E.V. Shein, A.G. Bolotov, M.A. Mazirov, A.I. Martynov // Zemledelie. – 2018. – No. 7. – S. 26-29.

7. Kachinskii N.A. Otsenka osnovnykh fizicheskikh svoistv pochv v agronomicheskikh tseliakh i prirodnogo plodorodiia ikh po mekhanicheskomu sostavu // Pochvovedenie. – 1958. – No. 5. – S. 1-17.

8. Vadiunina A.F. Metody issledovaniia fizicheskikh svoistv pochvy / A.F. Vadiunina, Z.A. Korchagina. – Moskva: Agropromizdat, 1986. – 416 s.

9. Makarychev S.V. Teplofizicheskie svoistva i gidrotermicheskie rezhimy chernozemnykh pochv na sklonakh vysokogo Altaiskogo Priobia / S.V. Makarychev, I.V. Shorina. – Barnaul: Izd-vo RIO AGAU, 2012. – 120 s.



УДК 631.6:631.4(57115)

DOI: 10.53083/1996-4277-2022-218-12-43-49

И.В. Шорина, С.В. Макарычев

I.V. Shorina, S.V. Makarychev

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА НА СКЛОНАХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ

FEATURES OF HYDROTHERMAL REGIME ON THE SLOPES OF THE ALTAI REGION'S OB RIVER AREA

Ключевые слова: склон, чернозем, влажность, запасы влаги, температура, водный и тепловой режим, дефицит влаги, поливная норма.

Keywords: slope, chernozem, moisture, moisture storage, temperature, water and heat regimes, moisture deficit, irrigation rate.