

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, I.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.

Цель наших исследований была направлена на изучение особенностей гидротермического режима склоновых почв Алтайского Приобья. Объектом выбран чернозем выщелоченный среднесуглинистый под покровом сельскохозяйственных культур. Для морфологического описания чернозема и отбора образцов на определение агро- и теплофизических показателей был выполнен почвенный разрез в аккумулятивно-транзитной зоне (нижней части склона). Наблюдения показали, что в начале третьей декады мая 2006 г. продуктивные запасы влаги в гумусовом горизонте относились к рангу удовлетворительных при незначительном дефиците почвенной воды. К концу июня они снизились до 12 мм, перейдя в ранг неудовлетворительных. В августе и сентябре за счет атмосферных осадков их величина достигла 33 и 36 мм соответственно. В переходном слое АВ ПЗВ вполне удовлетворяли растения в количестве доступной влаги. Таким образом, с учетом того, что основная часть корневой системы гречихи располагается в слое 0-30 см, можно утверждать, что оросительные мелиорации на нижней части склона не потребовались. Май 2007 г. характеризовался повышенным увлажнением по сравнению с предыдущим годом. Так, в пахотном горизонте дефицит влаги не наблюдался, но с середины июня он постепенно увеличивался и в первой декаде августа достиг 23 мм, или 230 т/га. В переходном слое АВ ПЗВ соответствовали рангу весьма удовлетворительных при отсутствии дефицита влаги, который возник только в августе и не превышал 3 мм. Сумма температур в метровом слое почвы соответствовала степени увлажнения почвенного профиля. 26 июня их максимальная сумма хорошо соотносилась со степенью иссушения генетических горизонтов чернозема. Соответственно, отсутствие дефицита совпадало с более низкими температурами, что позволяет утверждать о наличии в данный момент времени атмосферных осадков.

The research goal was to study the hydrothermal regime features of the slope soils of the Altai Region's Ob River area. The research target was leached medium loamy chernozem under the cover of agricultural crops. For the morphological description of the chernozem and sampling for the determination of agro- and thermophysical indices, a soil profile cut was made in the accumulative-transit zone (lower part of the slope). The observations showed that at the beginning of the third ten-days of May 2006, the productive moisture storage in the humus horizon were classified as satisfactory with a slight deficit of soil water. By the end of June, they dropped to 12 mm moving into the rank of unsatisfactory. In August and September, due to atmospheric precipitation, their value reached 33 and 36 mm, respectively. In the transitional AB layer, the productive moisture storage was completely satisfactory for the plants regarding available moisture. Thus, taking into account that most buckwheat roots are located in the 0-30 cm layer, it may be stated that irrigation reclamation on the lower part of the slope was not required. May 2007 was characterized by increased moisture as compared to the previous year. In the arable horizon, moisture deficit was not observed, but from mid-June it gradually increased and in the first ten-days of August reached 23 mm or 230 t ha. In the transitional AB layer, the productive moisture storage corresponded to the rank of very satisfactory in the absence of moisture deficiency which occurred only in August and did not exceed 3 mm. The accumulated temperatures in one-meter soil layer corresponded to the degree of soil profile moistening. On June 26, their maximum amount correlated well with the degree of drying of the genetic horizons of the chernozem. Accordingly, the absence of moisture deficit coincided with lower temperatures, which made it possible to assert the presence of precipitation at a given time.

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

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, 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.

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

Введение

Климат является главным фактором, который определяет формирование гидротермического режима. Климат исследованной части территории континентальный, характеризующийся, особенно в последние годы, жарким, но коротким летом и малоснежной ветреной зимой. Наиболее продолжительный безморозный период отмечается на верхних частях склонов. В соответствии с агроклиматическим районированием Алтайского края хозяйство «Пригородное» близ

г. Барнаула расположено в слабо увлажненной части Алтайского Приобья. Среднее количество осадков за год составляет здесь 400-450 мм, а на вегетацию приходится менее половины, поэтому влага является лимитирующим фактором. При этом атмосферное увлажнение неравномерно, особенно в начале лета. Тем не менее, погодные условия благоприятны для выращивания зерновых культур.

Поверхность Приобья широко увалистая. Склоны имеют крутизну от 2 до 10°. Согласно

особенностям рельефа здесь ярко выражен почвенный смыв. Их протяженность достаточно большая (до 3 км), что приводит к водной эрозии. Она проявляется зачастую в сочетании с засухой. Совокупность засушливости климата и ветровой активности ведет к дефляции почвенного покрова [1]. В соответствии с рекомендациями [2, 3] в зоне проявления водной и ветровой эрозии на легко- и среднесуглинистых почвах необходимо использовать безотвальную обработку. Поверхность водоразделов плоская с микропонижениями различной формы. Склоны водоразделов пологие, в нижней части крутизна их увеличивается. Южные склоны постепенно трансформируются в водораздельные, северные более крутые и короткие [4]. Территория дренирована слабо, по мелиоративному освоению средней сложности [5].

Объекты и методы

Цель исследований была направлена на изучение особенностей водного режима склоновых почв в условиях Алтайского Приобья. Объектом выбрана лугово-черноземная почва под покровом сельскохозяйственных культур: многолетних трав – в 2005 г., гречихи – в 2006 г. и зерносмеси фураж – в 2007 г. При этом для определения влажности почвы был использован весовой метод [6], температура измерялась электронными термометрами, тепловой поток рассчитывался [7-9].

Результаты исследований

Для морфологического описания чернозема и отбора образцов на определение агро- и теплофизических показателей был выполнен почвенный разрез в аккумулятивно-транзитной зоне (нижней части склона). Здесь сформирована лугово-черноземная выщелоченная маломощная малогумусная среднесуглинистая почва. Карбонаты отмечаются с глубины 90 см. Гумусово-аккумулятивный горизонт **A** (0-24 см) имеет темно-серую окраску, влажный, рыхлый, гумусированный, структура комковатая и мелко комковатая. Переходный слой **AB** (24-36 см) бурого

цвета, влажный, уплотнен, комковатой структуры. Иллювиальный горизонт **B** (36-90 см) буросерый, влажный, довольно плотный, имеются гумусовые затеки. Карбонатный горизонт **Bк** (90-140 см) светло-бурый, влажный, плотный, имеются карбонаты и окислы железа.

Элементы гранулометрического состава представлены в таблице 1.

Крупного песка и мелкой пыли в данном профиле незначительное количество. Преобладают мелкий песок и крупная пыль. Много илистых частиц, их содержание колеблется от 32 в пахотном слое до 39% в иллювиальном горизонте. Это обусловлено переносом вниз по склону илистой фракции поверхностными и внутрипочвенными водами, особенно во время таяния снега и атмосферных осадков под действием силы тяжести. Известно, что грансостав почвы определяет её физические и водно-физические свойства [10, 11].

Общие физические и водно-физические показатели чернозема содержатся в таблице 2.

Плотность сложения почвы выполняет функции важного агрофизического фактора, который определяет водный и воздушный режим в почвенном профиле. По классификации Н.А. Качинского [12] плотностью 1,0-1,1 г/см³ обладает свежеспаханная почва, а при более 1,2 г/см³ – уплотненная. Профиль чернозема, начиная с пахотного слоя и заканчивая иллювиальным горизонтом, однороден по плотности, и только в нижерасположенном карбонатном горизонте она составляет 1,4 г/см³. Влагосодержание, соответствующее той или иной гидроконстанте, определяется количеством гумуса, порозностью и мощностью почвенного слоя. Поэтому имеет место значительное варьирование влажности завядания (ВЗ) и наименьшей влагоемкости (НВ) по генетическим горизонтам (табл. 2).

Нами были организованы наблюдения за формированием гидротермического режима в нижней части склона в течение вегетационного периода 2006-2007 гг. под гречихой и зерносмесью соответственно (табл. 3, рис. 1, 2).

Таблица 1

Гранулометрический состав основных фракций чернозема выщелоченного (по Н.А. Качинскому)

Транзитно-аккумулятивная зона	Горизонт	Глубина, см	Размер фракций, мм; содержание, % от абсолютно сухой почвы			
			0,25-0,05	0,05-0,01	<0,001	<0,01
	A _{пах}	0-24	30,62	35,04	34,00	34,00
	AB	24-36	30,43	37,00	32,12	32,12
	B	36-90	26,16	35,12	38,56	38,56
	B _к	90-140	37,24	33,08	29,36	29,36

Таблица 2

Общие физические и водно-физические (мм) свойства чернозема выщелоченного в нижней части склона

Транзитно-аккумулятивная зона	Горизонт, см	Глубина, см	Плотность, г/см ³	B3	HВ
	A	0-24	1,1	26,4	71,5
	AB	24-36	1,2	12,2	30,8
	B	36-90	1,2	46,3	139,0
	BC _к	90-140	1,4	39,9	140,0

Таблица 3

Продуктивные (ПЗВ, мм) запасы влаги и ее дефицит (мм) в профиле чернозема в нижней части склона в 2006 г.

2006 г.					
Срок	20.05	26.06	15.07	17.08	09.09
Ап (0-24 см)					
ПЗВ	25,3	11,9	24,3	33,6	36,4
Дефицит	1,9	15,3	2,9	нет	нет
AB (24-36 см)					
ПЗВ	22,4	12,6	13,9	15,7	12,1
Дефицит	нет	нет	нет	нет	нет
B (36-90 см)					
ПЗВ	88,4	57,4	65,2	35,9	46,4
Дефицит	нет	0,6	нет	22,1	11,6

В начале третьей декады мая 2006 г. продуктивные запасы влаги в гумусовом горизонте составляли 25,3 мм, что по классификации З.А. Вадиной [6] относились к рангу удовлетворительных при незначительном дефиците почвенной воды. К концу июня они снизились до 12 мм, перейдя в ранг неудовлетворительных. При этом дефицит доступной влаги достиг 15 мм, что соответствовало поливной норме, равной 150 т/га. Но в начале июля прошли дожди, ПЗВ возросли до удовлетворительного уровня (24 мм). В августе и сентябре за счет атмосферных осадков их величина достигла 33 и

36 мм соответственно. В переходном слое AB при его малой мощности в 12 см ПЗВ вполне удовлетворяли растения в количестве доступной влаги, поскольку дефицит ее не наблюдался. В иллювиальном горизонте с мая по июль продуктивные влагозапасы соответствовали уровню хороших, и только в середине августа возник дефицит доступной влаги, который уже не имел значения (табл. 1). С учетом того, что основная часть корневой системы гречихи располагалась в слое 0-30 см, можно утверждать, что оросительные мелиорации на нижней части склона в 2007 г. не потребовались.

На рисунках 1, 2 показано распределение влагозапасов и их дефицит летом 2007 г. в нижней части склона.

Май 2007 г. характеризовался повышенным увлажнением по сравнению с предыдущим годом. Так, в пахотном горизонте дефицит влаги не наблюдался, но с середины июня он постепенно увеличивался и в первой декаде августа достиг 23 мм, или 230 т/га. Отметим, что в течение этого месяца имеет место налив зерна, по-

этому орошение дозой 150-200 мм было уместно. В переходном слое АВ ПЗВ соответствовали рангу весьма удовлетворительных при отсутствии дефицита влаги, который возник только в августе и не превышал 3 мм. В иллювиальном горизонте недостаток почвенной влаги отсутствовал до июля, в августе-сентябре возрос до 20 и 33 мм соответственно, но это не могло сказаться на водном питании культуры, поскольку корни ее до такой глубины не распространялись.

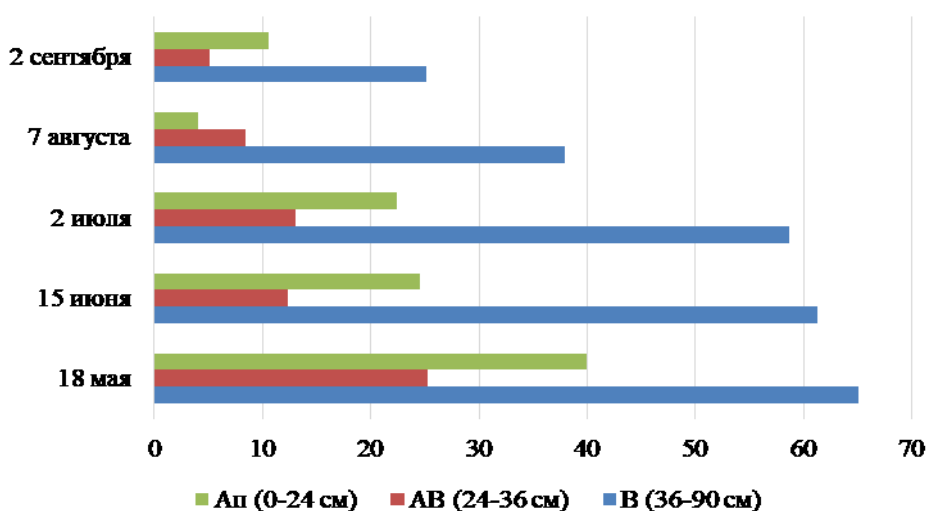


Рис. 1. Продуктивные запасы влаги (ПЗВ, мм) профиля чернозема на нижней части склона летом 2007 г.

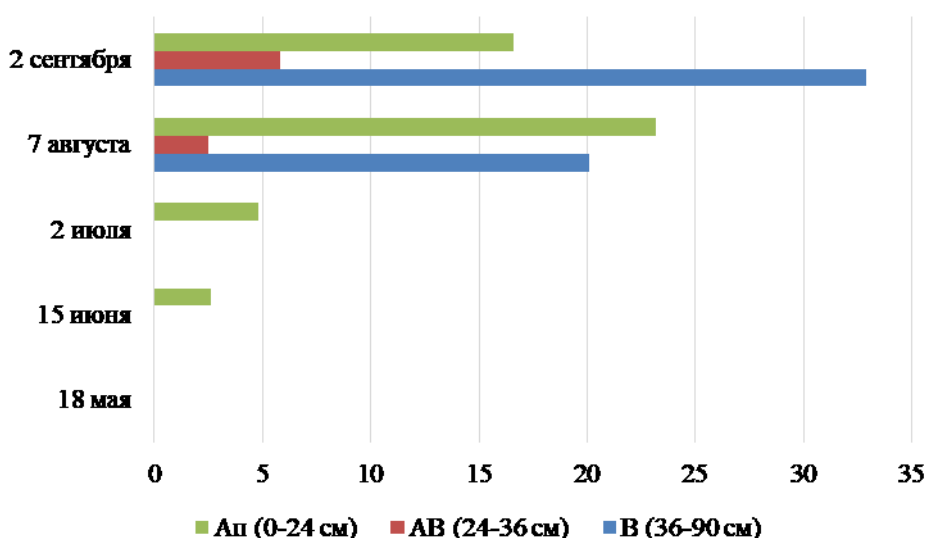


Рис. 2. Дефицит продуктивной влаги (мм) в профиле чернозема на нижней части склона летом 2007 г.

Режим влагосодержания неразрывно связан с температурой воздуха и, тем самым, с тепловыми условиями, складывающимися в почвенном профиле. Нами в течение трех лет прово-

дились наблюдения за термическим режимом чернозема на глубинах 0, 5, 10, 15, 20, 50 и 100 см в определенный момент времени, т.е. в час дня (табл. 4).

Сумма температур в слое 0-100 см в 2006 г.

Срок	20.05	03.06	26.06	02.07	13.07	17.08	22.08	09.09
Σ	108	134	172	164	140	104	125	70

Данные таблицы 4 показывают, что сумма температур в метровом слое почвы соответствовала степени увлажнения почвенного профиля в данный момент времени. Например, 26 июня их максимальная сумма в 172°C хорошо соотносилась со степенью иссушения генетических горизонтов чернозема, при котором дефицит доступной влаги оказывался наибольшим и равным 15 мм в гумусовом слое. Соответственно, отсутствие дефицита совпадало с более низкими температурами (17.08). Это позволяло утверждать, что в это время имели место атмосферные осадки.

Выводы

1. В начале третьей декады мая 2006 г. продуктивные запасы влаги в гумусовом горизонте относились к рангу удовлетворительных при незначительном дефиците почвенной воды. К концу июня они снизились до 12 мм, перейдя в ранг неудовлетворительных. В августе и сентябре за счет атмосферных осадков их величина достигла 33 и 36 мм соответственно. В переходном слое АВ ПЗВ были вполне достаточны для растений. Таким образом, с учетом того, что основная часть корневой системы гречихи располагалась в слое 0-30 см, можно утверждать, что оросительные мелиорации на нижней части склона не потребовались.

2. Май 2007 г. характеризовался повышенным увлажнением по сравнению с предыдущим годом. Так, в пахотном горизонте дефицит влаги не наблюдался, но с середины июня он постепенно увеличивался и в первой декаде августа достиг 23 мм, или 230 т/га. В переходном слое АВ ПЗВ соответствовали рангу весьма удовлетворительных при отсутствии дефицита влаги, который возник только в августе и не превышал 3 мм.

3. Сумма температур в метровом слое почвы соответствовала степени увлажнения почвенно-

го профиля. 26 июня их максимальная сумма хорошо соотносилась со степенью иссушения генетических горизонтов чернозема. Соответственно, отсутствие дефицита совпадало с более низкими температурами, что позволяло утверждать о наличии в данный момент времени атмосферных осадков.

Библиографический список

1. Шабаев, А. И. Адаптивно-экологические системы земледелия в агроландшафтах Поволжья / А. И. Шабаев. – Саратов: Изд-во СГАУ, 2003. – 344 с. – Текст: непосредственный.
2. Каштанов, А. Н. Методические рекомендации по разработке ландшафтных систем земледелия в многоукладном сельском хозяйстве / А. Н. Каштанов, А. П. Щербаков. – Курск: ВНИИЗИЗПЭ, 1993. – 54 с. – Текст: непосредственный.
3. Кирюшин, В. И. Экологические основы земледелия / В. И. Кирюшин. – Москва: Колос, 1996. – 367 с. – Текст: непосредственный.
4. Кононцева, Е. В. Плодородие пахотных почв Высокого Приобского плато и их рациональное использование (на примере учхоза «Пригородное»): автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Кононцева Елена Владимировна. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2003. – 20 с. – Текст: непосредственный.
5. Бурлакова, Л. М. Почвы Алтайского края: учебное пособие / Л. М. Бурлакова, Л. М. Татаринцев, В. А. Рассыпнов. – Барнаул: АСХИ, 1988. – 69 с. – Текст: непосредственный.
6. Вадюнина, А. Ф. Методы исследования физических свойств почвы / А. Ф. Вадюнина, З. А. Корчагина. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 416 с. – Текст: непосредственный.
7. Болотов, А. Г. Электронный измеритель температуры почвы / А. Г. Болотов, С. В. Мака-

рычев, Ю. В. Беховых. – Текст: непосредственный // Проблемы природопользования на Алтае: сборник научных трудов молодых ученых. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. – С. 55-57.

8. Определение профильного распределения температуры почвы на основании температуры ее поверхности / Е. В. Шейн, А. Г. Болотов, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 26-29.

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

10. 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.

11. Татаринцев, Л. М. Агрофизическая характеристика почв Алтайского края. – Барнаул: АГАУ, 1992. – 36 с. – Текст: непосредственный.

12. 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.

References

1. Adaptivno-ekologicheskie sistemy zemledeliia v agrolandshaftakh Povolzhia. – Saratov: Izd-vo SGAU, 2003. – 344 s.

2. Kashtanov A.N. Metodicheskie rekomendatsii po razrabotke landshaftnykh sistem zemledeliia v mnogoukladnom selskom khoziaistve / A.N. Kashtanov, A.P. Shcherbakov. – Kursk: VNIIZIZPE, 1993. – 54 s.

3. Kiriushin V.I. Ekologicheskie osnovy zemledeliia. – Moskva: Kolos, 1996. – 367 s.

4. Konontseva E.V. Plodorodie pakhotnykh pochv Vysokogo Priobskogo plato i ikh ratsionalnoe ispolzovanie (na primere uchkhoza «Prigorodnoe»): avtoref. diss. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2003. – 20 s.

5. Burlakova L.M. Pochvy Altaiskogo kraia: ucheb. posob. / L.M. Burlakova, L.M. Tatarintsev, V.A. Rassypnov. – Barnaul: ASKhl, 1988. – 69 s.

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

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

8. 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.

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

10. 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.

11. Tatarintsev L.M. Agrofizicheskaia kharakteristika pochv Altaiskogo kraia. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 1992. – 36 s.

12. 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.

