noi Sibiri: avtoref. dis. kand. s.-kh. nauk. – Novosibirsk, 2005. – 19 s.

8. Antonova O.I. Effektivnost priposevnogo vneseniia ammiachnoi selitry i azofoski pod len

maslichnyi pri ego povtornom poseve / O.I. Antonova, P.Iu. Latartsev // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – No. 6. – S. 5-10.

УДК 630*114:631.436:630(571.15)

DOI: 10.53083/1996-4277-2021-204-10-37-43

С.В. Макарычев

S.V. Makarychev

ВЛАГОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПОЧВЫ В ПЛОДОВОМ САДУ И НЕОБХОДИМОСТЬ ЕЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ

SOIL MOISTURE AVAILABILITY IN AN ORCHARD AND THE NEED FOR ITS REGULATION

Ключевые слова: чернозем, яблоня, груша, влагообеспеченность, дефицит влаги, орошение, поливная норма.

Рост и плодоношение плодовых культур взаимосвязаны с биотическими и абиотическими условиями природной среды, такими как водный, тепловой и питательный режимы в почве, непрерывно изменяющиеся в пространстве и времени. При этом основным лимитирующим фактором в лесостепной зоне Алтая является влагосодержание в почвенном профиле, поскольку растения зачастую испытывают дефицит увлажнения. Запасы продуктивной влаги в яблоневом саду в апреле 2012 г. были удовлетворительными. В мае и в течение лета они снизились до нуля, поэтому растения в течение вегетации испытывали водное голодание. Под грушей в начале вегетации ПЗВ оказались выше, чем под яблоней, но с июня по август они также снижались. В результате поливные нормы оказались такими же, что и под яблонями. Лето 2013 г. было дождливым, что отразилось на водных ресурсах в толще чернозема. При этом дефицит ПЗВ не превышал 85 мм в июне-июле, а в остальные сроки не поднимался выше 50 мм. В грушевом саду влагозапасы не опускались ниже 30 мм. В метровой толще чернозема в апреле 2012 г. полезные запасы влаги под яблоней соответствовали очень хорошему уровню. В июне-июле влагосодержание опустились ниже ВЗ. Под насаждениями груш весной ПЗВ относились к разряду удовлетворительных. В последующие месяцы возник острый дефицит влаги вплоть до осени. В 2013 г. ПЗВ в яблоневом саду не превышали 50 мм в летнее время. Под грушами в мае они достигали даже 118 мм, но впоследствии снизились до 30 мм, что также требовало орошения. Поскольку 2014 год был засушливым, то водная обстановка в метровом слое чернозема оказалась катастрофической.

Keywords: chernozem, apple tree, pear, moisture availability, moisture deficit, irrigation, irrigation rate.

The growth and fruiting of fruit crops is interconnected with the biotic and abiotic conditions of the natural environment as water, heat and nutritional regimes in the soil which continuously change in space and time. The main limiting factor in the forest-steppe zone of the Altai Region is the moisture content in the soil profile since plants often suffer from moisture deficit. The available soil moisture (ASM) storage in the apple orchard in April 2012 was satisfactory. In May and in the summer, they dropped to zero, so the plants suffered from water hunger during the growing season. Under pears, at the beginning of the growing season, the ASM turned out to be higher than under the apple trees, but from June to August they also decreased. As a result, the irrigation rates were the same as for the apple trees. The summer of 2013 was rainy and that affected the water resources in the chernozem layer. At the same time, the ASM deficit did not exceed 85 mm in June and July, and in the remaining periods did not rise above 50 mm. In the pear orchard, the moisture storage did not fall below 30 mm. In one-meter chernozem layer in April 2012, the available soil moisture storage under the apple trees corresponded to a very good level. In June and July, the moisture content dropped below the wilting moisture. In spring, the ASM under the pear plantations were considered satisfactory. On the following months, a severe moisture deficit arose until autumn. In 2013, the ASM in the apple orchard did not exceed 50 mm in summer. Under the pears, in May they even reached 118 mm, but then dropped to 30 mm and that also required irrigation. Since the season of 2014 was an arid one, the water situation in one-meter layer of chernozem turned out to be disastrous.

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

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

Введение

Развитие садоводства в Алтайском крае предопределяет широкое использование оросительных мелиораций. Это обусловлено особенностями резко континентального климата, формирующегося в регионе. Прошедшее десятилетие характеризовалось значительным проявлением негативных процессов, особенно возникновением засух в конце весны и начале лета, ливневых дождей, сопровождающихся градом, и заморозков в период вегетации.

Рост и плодоношение плодовых культур взаимосвязаны с биотическими и абиотическими условиями природной среды, такими как водный, тепловой и питательный режимы в почве, непрерывно изменяющиеся в пространстве и времени [1]. При этом основным лимитирующим фактором в лесостепной зоне Алтая является влагосодержание в почвенном профиле, поскольку растения чаще всего испытывают дефицит увлажнения [2-4]. Следует отметить, что почти все сады края содержатся в отсутствии орошения. В результате продуктивность яблонь и груш невысока, нестабильна, а плоды имеют низкие товарные показатели.

В этой связи возникла необходимость в оросительных мелиорациях, для чего требовалось исследование динамики формирования водного режима в почвенном профиле, основанного на знании влагосодержания в его генетических горизонтах в течение вегетации. Это позволило определить дефицит влаги, прежде всего в зоне распространения корневой системы плодовых деревьев, что дало возможность рассчитать поливные нормы в засушливые периоды теплого времени года [5].

Объекты и методы

Объектом исследований явился чернозем выщелоченный среднесуглинистый под насаждениями яблонь и груш. В качестве контроля использовано паровое поле. Исследования проведены в течение вегетационных периодов 2012-2014 гг. на территории НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко. Цель исследований: изучение особенностей водного режима почвы; определение дефицита влаги и расчет поливных норм в плодовом саду.

Для определения общих физических свойств использованы общепринятые методы [6, 7]. Влажность измерялась термостатно-весовым способом и электронным влагомером [8, 9].

Результаты исследований

Яблоня – основная плодовая культура в Алтайском крае. На территории Сибири возделывают чаще всего «полукультурки» и ранетки. Реже крупноплодные сорта. Яблоки содержат сахара, соли железа, марганца, калия, фосфора, кальция. Характерно наличие различных кислот, особенно аскорбиновой, каротина, пектинов и др. Яблони достигают высоты 10-15 м. Они обладают мощной корневой системой, которая превышает диаметр кроны [10]. Корни молодых деревьев располагаются на 30-40-метровой глубине. С возрастом они осваивают почвенный профиль и концентрируются на глубине от 50 до 70 см [1]. Корневая система активно развивается при температурах 10-12°C. Яблони подвержены воздействию морозов зимой, а при цветении – весенних заморозков.

Культура груши также имеет распространение на территории края. Ее плоды богаты сахарами, кислотами, дубильными веществами и клетчаткой. Корневая система способна освоить почвенную толщу от 20 до 100 см, а скелетные корни проникают на глубину в 3 и более метров. Лимитирующим фактором для произрастания груши является степень почвенного увлажнения. На втором плане – температурный режим. В зрелом возрасте груша способна усваивать влагу из нижних горизонтов почвенного профиля. После засушливого периода в летнее время и осенью груша нуждается во влагозарядке. В целом биологические особенности культур яблони и груши во взаимодействии с климатом почвы определяют необходимость орошения в теплое время года.

Физические свойства почв, такие как гранулометрический и микроагрегатный состав [11], плотность сложения, влажность, порозность и температура [12, 14] непосредственным образом формируют гидротермический режим в почвенном профиле. При этом влага является лимитирующим фактором, определяющим направление и развитие абиотических и питательных процессов в почве [4].

Морфологическое описание разреза может быть сведено к выражению:

$$A (0-20 \text{ см}) + AB (20-50) + B (50-97 \text{ см}) + C_k (> 97 \text{ см}).$$

При этом горизонт А сухой, темно-серого цвета, рыхлый, пронизанный корнями, среднесуглинистый, обогащенный гумусом. Переходный слой АВ бурый, уплотнен, комковат, сред-

ний суглинок, встречаются отдельные корни плодовых деревьев. Иллювиальный горизонт В бурого цвета с гумусовыми затеками, довольно плотный, среднесуглинистый. Почвообразующая порода Ск влажная, имеет палевый оттенок, комковатая, близкая к тяжелому суглинку, плотная, присутствуют карбонаты в виде псевдомицелия.

В таблице 1 представлено содержание наиболее существенных фракций мелкого песка, крупной пыли и ила.

Содержание фракций, приведенных в таблице 1, свидетельствует о том, что чернозем выщелоченный является среднесуглинистой разновидностью, в иллювиальном горизонте и почвообразующей породе близкой к тяжелому суглинку. В пахотном слое А количество глинистых частиц составляет 39,4%, песка – 22,6%, ила –

20,9%. Велика доля крупной пыли (37,5%). Близкие величины отмеченных фракций имеют место в целом по профилю за исключением горизонта В. Это обусловлено дисперсностью подстилающих пород, представленных лессовидными суглинками. Большое количество крупнопылеватых частиц свидетельствует о слабой фильтрации чернозема.

Уплотнение почвы вниз по профилю увеличивается (табл. 2). Чернозем является малогумусным. Гумусово-аккумулятивные горизонты (А+В) имеют мощность до 50 см. В поверхностном слое содержание органического вещества составляет 5,2%, в иллювиальном горизонте – 1,8%, в подстилающей породе стремится к нулю. Почвенный раствор верхнего (50 см) слоя близок к нейтральному, а глубже его реакция становится слабощелочной [11].

Таблица 1

Фракции гранулометрического состава чернозема выщелоченного (по Н. А. Качинскому)

Горизонт	Глубина, см	Содержание фракций (мм), %			
		0,25-0,05	0,05-0,01	< 0,001	< 0,01
А	0-20	22,6	37,5	20,9	39,4
АВ	20-50	26,4	35,9	21,1	37,2
В	50-97	14,6	43,9	27,3	40,9
С _к	> 97	29,8	26,0	25,3	43,9

Таблица 2

Физические свойства чернозема выщелоченного в плодовом саду

Горизонт	Глубина	ρ , г/см ³	П, %	Паэ, %	ВЗ, %/мм	НВ, %/мм
Ап	0-20	1,12	56,6	24,7	8,6/19,3	32,9/73,7
АВ	20-50	1,22	55,0	29,9	7,6/27,8	26,8/98,1
В	50-97	1,29	53,3	32,8	7,5/45,5	20,7/127,4

Для характеристики погоды за годы исследований мы использовали данные метеостанции НИИСС им. М.А. Лисавенко.

Весна 2012 г. оказалась слабо обеспечена водными ресурсами, поскольку высота снежного покрова не превышала 30 см. В мае и июне выпало всего 25 11 мм атмосферных осадков соответственно, что гораздо ниже среднеегодовых значений. В июле дожди частично уменьшили дефицит почвенной влаги. Лето 2012 г. оказалось очень жарким при среднемесячной температуре, достигающей 22,6⁰С в июне-июле, что превосходило среднеегодовую на 3-5⁰. В июле температура воздуха дости-

гала 34⁰С, а сумма активных температур выше +10⁰ составила 2055⁰С.

В 2013 г. высота снега зимой достигала 70 см. Кроме того, в мае количество атмосферных осадков составило 106 мм, а это на 66 мм выше многолетних значений. Лето было дождливым, в июне-августе выпали осадки, которые обеспечили поступление влаги в почву, равное 55, 155 и 63 мм соответственно. В то же время количество тепла, поступающего в почву в теплое время года, было недостаточным. Среднемесячные температуры летних месяцев с мая по июль оказались ниже нормы почти на 2⁰. В ре-

зультате сумма активных температур свыше 10° составила только 1585°C .

В апреле-мае 2014 г. значения весенних среднемесячных температур почти на 5°C превосходили норму. Кроме того, максимум температуры воздуха поднимался до 36°C и был отмечен в июле. Июнь и август также оказались жаркими. В апреле и июне количество атмосферных осадков было ниже нормы на 11 и

22 мм. Частично это компенсировалось дождями, проходившими в мае и июле, тем не менее степень почвенного увлажнения была на весьма низком уровне.

В итоге погода внесла определенные особенности в годы проведения наблюдений, что существенным образом сказалось на водном режиме в профиле чернозема под насаждениями плодовых деревьев (табл. 3, 4).

Таблица 3

**Продуктивные запасы влаги (числитель) и дефицит влаги (знаменатель)
в слое 0-60 см чернозема выщелоченного в 2012-2014 гг., мм**

Культура	2012 г.					
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Яблоня	$\frac{40}{63}$	$\frac{18}{85}$	$\frac{4}{99}$	$\frac{-1}{104}$	$\frac{8}{95}$	$\frac{29}{74}$
Груша	$\frac{51}{52}$	$\frac{31}{72}$	$\frac{13}{90}$	$\frac{-2}{105}$	$\frac{18}{85}$	$\frac{24}{79}$
Пар	$\frac{60}{43}$	$\frac{42}{61}$	$\frac{28}{85}$	$\frac{18}{75}$	$\frac{39}{74}$	$\frac{42}{61}$
2013 г.						
Яблоня	-	$\frac{58}{45}$	$\frac{16}{87}$	$\frac{22}{81}$	$\frac{53}{50}$	$\frac{62}{41}$
Груша	-	$\frac{78}{25}$	$\frac{44}{59}$	$\frac{32}{71}$	$\frac{34}{69}$	$\frac{38}{65}$
Пар	-	$\frac{53}{50}$	$\frac{51}{52}$	$\frac{59}{44}$	$\frac{60}{43}$	$\frac{68}{35}$
2014 г.						
Яблоня	$\frac{68}{35}$	$\frac{45}{58}$	$\frac{20}{83}$	$\frac{2}{101}$	$\frac{17}{86}$	$\frac{27}{76}$
Груша	$\frac{70}{33}$	$\frac{49}{54}$	$\frac{10}{93}$	$\frac{1}{102}$	$\frac{19}{84}$	$\frac{29}{74}$
Пар	$\frac{63}{40}$	$\frac{28}{75}$	$\frac{10}{93}$	$\frac{28}{75}$	$\frac{40}{63}$	$\frac{48}{55}$

Рассмотрим формирование водного режима в слое чернозема под плодовыми деревьями в слое 60 см глубины. Сразу можно отметить, что запасы продуктивной влаги в яблоневом саду в апреле 2012 г. характеризовались как удовлетворительные. Но уже в мае они составили только 18 мм, а в течение летних месяцев падали почти до нуля. Так, в июле ПЗВ полностью отсутствовали, уходя в область отрицательных значений. Таким образом, растения за всю вегетацию испытывали водное голодание, при котором дефицит влаги превышал 80 мм, а поливные нормы составили до 1000 т/га, которые целесообразно было делить по 300 т/га.

Под грушей в начале вегетации ПЗВ оказались выше, чем под яблоней, но с июня по август они также снижались практически до нуля, особенно в июле, когда составили -2 мм, а дефицит влаги достиг 105 мм. Соответственно, поливные нормы имели те же значения, что и в яблоневом саду.

Для сравнения в таблице 3 приведены данные по состоянию водного режима в паровом поле, в котором ПЗВ больше, чем в рассмотренных выше вариантах, а дефицит влаги меньше, хотя и оставался достаточно высоким.

Выше было отмечено, что лето 2013 г. оказалось дождливым, что отразилось на водных ре-

сурсах в толще чернозема. Хотя под насаждениями яблонь продуктивные влагозапасы были низкими, но все же их можно было оценить как удовлетворительные. При этом дефицит ПЗВ не превышал 85 мм в июне-июле, а в остальные сроки не поднимался выше 50 мм.

В грушевом саду влагозапасы не опускались ниже 30 мм, что снимало водное голодание рас-

тений. В пару ситуация оказалась также более комфортной. В 2014 засушливом году состояние увлажненности в слое чернозема толщиной 60 см соответствовало водному режиму 2012 г.

Данные таблицы 4 позволили проанализировать состояние водных ресурсов в метровом слое чернозема выщелоченного в яблоневом и грушевом садах, а также в парующемся участке.

Таблица 4

**Продуктивные запасы влаги (числитель) и дефицит влаги (знаменатель)
в слое 0-100 см чернозема выщелоченного в 2012-2014 гг., мм**

Культура	2012 г.					
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Яблоня	$\frac{166}{13}$	$\frac{34}{145}$	$\frac{0}{179}$	$\frac{-7}{186}$	$\frac{17}{172}$	$\frac{38}{141}$
Груша	$\frac{92}{87}$	$\frac{49}{130}$	$\frac{20}{159}$	$\frac{-4}{183}$	$\frac{13}{192}$	$\frac{20}{159}$
Пар	$\frac{114}{65}$	$\frac{108}{91}$	$\frac{79}{100}$	$\frac{46}{133}$	$\frac{67}{112}$	$\frac{63}{116}$
2013 г.						
Яблоня	-	$\frac{68}{111}$	$\frac{32}{147}$	$\frac{34}{145}$	$\frac{50}{129}$	$\frac{62}{117}$
Груша	-	$\frac{118}{61}$	$\frac{63}{116}$	$\frac{36}{143}$	$\frac{38}{141}$	$\frac{44}{135}$
Пар	-	$\frac{112}{67}$	$\frac{87}{92}$	$\frac{78}{101}$	$\frac{83}{96}$	$\frac{90}{89}$
2014 г.						
Яблоня	$\frac{69}{110}$	$\frac{46}{133}$	$\frac{21}{158}$	$\frac{-8}{187}$	$\frac{12}{167}$	$\frac{16}{163}$
Груша	$\frac{126}{53}$	$\frac{88}{91}$	$\frac{38}{141}$	$\frac{-5}{184}$	$\frac{4}{175}$	$\frac{17}{162}$
Пар	$\frac{130}{49}$	$\frac{76}{103}$	$\frac{52}{127}$	$\frac{57}{122}$	$\frac{77}{102}$	$\frac{79}{100}$

Примечание. Значения влажности чернозема определены Н.А. Гончаровым.

В метровой толще чернозема в годы исследований складывалась несколько иная картина распределений степени почвенного увлажнения по сравнению с 60-сантиметровым слоем. Так, в 2012 г. в апреле полезные запасы влаги под яблоней соответствовали уровню очень хороших, но уже в мае они стали неудовлетворительными (менее 34 мм) [6]. В июне-июле они снизились до -7 мм, наступило водное голодание, поэтому растения нуждались в орошении поливной нормой до 1800 т/га. Недостаток влаги ощущался и в августе.

Под насаждениями груш весной ПЗВ относились к разряду удовлетворительных (апрель) и плохих (май). В последующие месяцы возник острый дефицит влаги вплоть до осени, поэтому поливная норма возрастала до 1900 т/га в августе. В пару складывалась более комфортная ситуация. Весной ПЗВ относились к удовлетворительному уровню, но затем обозначился дефицит продуктивной влаги от 100 до 130 мм.

В 2013 г. за счет дождливого лета ПЗВ в яблоневом саду не превышали 50 мм в летнее время, но не опускались до влажности завядания. Под грушами в мае они достигали даже

118 мм, т.е. были хорошими, но впоследствии снизились до 60, а затем до 30 мм, что также требовало гидромелиораций. В паровом поле продуктивная влага составляла более 90 мм, что соответствовало удовлетворительному уровню.

Поскольку 2014 г. был засушливым, то водная обстановка в метровом слое чернозема опять стала катастрофической, когда ПЗВ снизились до нуля. В то же время до июля в грушевом саду влагосодержание в профиле почвы было выше, чем под яблонями. Паровое поле оставалось довольно влажным, а ПЗВ не опускались ниже 50 мм.

Выводы

1. Запасы продуктивной влаги в яблоневом саду в апреле 2012 г. характеризовались как удовлетворительные. В мае и в течение лета они снизились до нуля, поэтому растения в течение вегетации испытывали водное голодание, при котором дефицит влаги превышал 80 мм, а поливные нормы 1000 т/га. Под грушей в начале вегетации ПЗВ были выше, чем под яблоней, но с июня по август они также падали, особенно в июле. В результате поливные нормы оказались такими же, что и под яблонями.

2. Лето 2013 г. было дождливым, что отразилось на водных ресурсах в толще чернозема. При этом дефицит ПЗВ не превышал 85 мм в июне-июле, а в остальные сроки не поднимался выше 50 мм. В грушевом саду влагозапасы не опускались ниже 30 мм, что снижало водное голодание растений.

В метровой толще чернозема в апреле 2012 г. полезные запасы влаги под яблоней соответствовали очень хорошему уровню. В июне-июле влагосодержание опустились ниже ВЗ, поэтому растения нуждались в орошении поливной нормой до 1800 т/га. Недостаток влаги ощущался и в августе. Под насаждениями груш весной ПЗВ относились к разряду удовлетворительных (апрель) и плохих (май). В последующие месяцы возник острый дефицит влаги вплоть до осени.

4. В 2013 г. за счет дождливого лета ПЗВ в яблоневом саду не превышали 50 мм в летнее время. Под грушами в мае они достигали даже 118 мм, т.е. были хорошими, но впоследствии снизились до 30 мм, что также требовало орошения.

5. Поскольку 2014 год был засушливым, то водная обстановка в метровом слое чернозема оказалась катастрофической, когда увлажнение опустилось ниже влажности завядания. В то же время до июля в грушевом саду влагосодержание в профиле почвы было выше, чем под яблонями.

Библиографический список

1. Гончарова Л. А. Сибирские яблони / Л. А. Гончарова. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2002. – 158 с. – Текст: непосредственный.
2. Макарычев, С. В. Теплофизические основы мелиорации почв: учебное пособие / С. В. Макарычев, М. А. Мазиров. – Москва: Изд-во ВНИИСХ, 2004. – 279 с. – Текст: непосредственный.
3. Макарычев, С. В. Физические основы экологии: учебное пособие / С. В. Макарычев, М. А. Мазиров. – Владимир: Изд-во ВНИИСХ, 2000. – 242 с.
4. Бурлакова, Л. М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза / Л. М. Бурлакова. – Новосибирск: Наука СО, 1984. – 198 с. – Текст: непосредственный.
5. Зайдельман, Ф. Р. Мелиорация почв / Ф. Р. Зайдельман. – Москва: Изд-во МГУ. – 304 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. Качинский, Н. А. Физика почв / Н. А. Качинский. – Москва: Высшая школа, 1970. – Ч. 1-2. – 376 с. – Текст: непосредственный.
8. Болотов, А. Г. Определение теплофизических свойств почв с использованием систем измерения ZETLAB / А. Г. Болотов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 12 (98). – С. 48-50.
9. Болотов, А. Г. Автоматизированная система для исследования теплофизических характеристик почв / А. Г. Болотов, С. В. Макарычев, А. А. Левин. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2002. – № 3 (7). – С. 20-22.
10. Рыжков, А. П. Корневая система плодовых и ягодных культур в Западной Сибири / А. П. Рыжков. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 1981. – 163 с. – Текст: непосредственный.

11. Gefke, I. V. Влияние плодовых культур на гидротермический режим черноземов в условиях сада / И. В. Gefke. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение устойчивого развития АПК в Сибири: материалы научной конференции молодых ученых СибФО. – Улан-Удэ, Изд-во БашГАУ, 2004. – С. 26-29.

12. Лебедева Л. В. Влагосодержание и теплофизические свойства почв под древесными фитоценозами в условиях дендрария / Л. В. Лебедева. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 8 (154). – С. 67-71.

13. Кудрявцев, А. Е. Некоторые особенности структурно-агрегатного состава орошаемых черноземов Алтайского Приобья / А. Е. Кудрявцев. – Текст: непосредственный // Проблемы орошения почв Сибири: тезисы конференции. – Барнаул: Изд-во АСХИ, 1988. – С. 62.

14. Особенности теплоаккумуляции и теплообмена в дерново-подзолистых почвах на гарилах сухостепной зоны Алтайского края / Ю. В. Беховых, С. В. Макарычев, И. Т. Трофимов, А. Г. Болотов. – Текст: непосредственный // Антропогенное воздействие на лесные экосистемы: материалы II Международной конференции. – Барнаул: Изд-во КПр, 2002. – С. 142-145.

References

1. Goncharova L. A. Sibirskie iabloni. – Novosibirsk, Izd-vo NGAU, 2002. – 158 s.

2. Makarychev S. V. Teplofizicheskie osnovy melioratsii pochv: ucheb. posobie / S. V. Makarychev, M. A. Mazirov. – Moskva: Izd-vo VNIISKH, 2004. – 279 s.

3. Makarychev S. V. Fizicheskie osnovy ekologii / S. V. Makarychev, M. A. Mazirov: uchebnoe posobie. – Vladimir: Izd-vo VNIISKH, 2000. – 242 s.

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

5. Zaidelman F. R. Melioratsiia pochv. – Moskva: Izd-vo MGU. – 304 s.

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

7. Kachinskii N. A. Fizika pochv. – Moskva: Vysshaia shkola, 1970. – Ch. 1-2. – 376 s.

8. Bolotov A.G. Opredelenie teplofizicheskikh svoistv pochv s ispolzovaniem sistem izmereniia ZETLAB // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – No. 12 (98). – S. 48-50.

9. Bolotov A.G. Avtomatizirovannaia sistema dlia issledovaniia teplofizicheskikh kharakteristik pochv // A. G. Bolotov, S. V. Makarychev, A. A. Levin // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2002. – No. 3 (7). – S. 20-22.

10. Ryzhkov A. P. Kornevaia sistema plodovykh i iagodnykh kultur v Zapadnoi Sibiri. – Omsk: Izd-vo OmGAU, 1981. – 163 s.

11. Gefke I. V. Vliianie plodovykh kultur na gidrotermicheskii rezhim chernozemov v usloviakh sada // Nauchnoe obespechenie ustoichivogo razvitiia APK v Sibiri: Mater. nauch. konf. molodykh uchenykh SibFO. – Ulan-Ude: Izd-vo BashGAU, 2004. – S. 26-29.

12. Lebedeva L. V. Vlagosoderzhanie i teplofizicheskie svoistva pochv pod drevesnymi fitotsenozami v usloviakh dendrarii // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – No. 8 (154). – S. 67-71.

13. Kudriavtsev A. E. Nekotorye osobennosti strukturno-agregatnogo sostava oroshaemykh chernozemov Altaiskogo Priobia // Problemy orosheniia pochv Sibiri: tez. konf. – Barnaul, Izd-vo ASKhI, 1988. – S. 62.

14. Bekhovykh Iu.V. Osobennosti teploakkumulatsii i teploobmena v dernovo-podzolistykh pochvakh na gariakh sukhostepnoi zony Altaiskogo kraia / Iu. V. Bekhovykh, S. V. Makarychev, I. T. Trofimov, A. G. Bolotov // Antropogennoe vozdeistvie na lesnye ekosistemy: Mater II mezhd. konf. – Barnaul: Izd-vo KPR, 2002. – S. 142-145.