

7. Gulidova, V., Kravchenko, V., Zakharov, V. (2020). Optimization of the Soil Agrophysical Properties for Spring Rape on Leached Black Soil. *Amazonia Investiga*, 9(29), 63-68. <https://doi.org/10.34069/AI/2020.29.05.8>. EDN VRGOTB
8. Gulidova, V.A., Zubkova, T.V., Kravchenko, V.A., Dubrovina, O.A. (2017). The Dependence of Photosynthetic Indices and the Yield of Spring Rape on Foliar Fertilization with Microfertilizers. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 17(4), 404-407. <https://doi.org/10.3844/ojbsci.2017.404.407>. EDN XXWSBV.
9. Zubkova T.V., Gulidova V.A. (2015). Methods to Increase Spring Rape Yield and Rape Product Quality in the Conditions of Central Black Earth Region Woodland Grass. *Indian Journal of Science and Technology*. 8 (34). IPL0867. DOI: 10.17485/ijst/2015/v8i34/IPL0867. EDN WQAVGT.
10. Lukomets V.M. Rezultaty i perspektivy vnedreniia inostrannykh gibridov podsolnechnika v Rossiiskoi Federatsii / V.M. Lukomets, A.D. Bochkovoi, V.I. Khotnianskii, K.M. Krivoslykov // *Maslichnye kultury. Nauch.-tekhn. biul. VNIIMK*. – 2015. – Vyp. 3 (163). – S. 3-9.
11. Zhuchenko A.A. Adaptivnaia sistema selektsii rastenii / A.A. Zhuchenko. – Moskva: Agrorus, 2001. – T. 1. – 779 s.
12. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia): uchebnykh dlia studentov vysshikh selskokhoziaistvennykh uchebnykh zavedenii po agronomicheskim spetsialnostiam. – 6-e izd., ster., perepech. s 5-go izd. 1985. – Moskva: Alians, 2011. – 351 s.
13. Metodika provedeniia polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kulturami / pod obshch. red. V.M. Lukomtsa. – 2-e izd., pere-rab. i dop. – Krasnodar, 2010. – 327 s.
14. Gosudarstvennyi reestr selektsionnykh dostizhenii, dopushchennykh k ispolzovaniiu. T. 1. «Sorta rastenii» (ofitsialnoe izdanie). – Moskva: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2022. – S. 134-141. <https://ogorodum.ru/docs/gosreestr-rus.pdf>.
15. Puzikov A.N. Seleksiia na krupnoplodnost' – novye vozmozhnosti podsolnechnika / A.N. Puzikov, Iu.N. Suvorova // *Maslichnye kultury: nauch.-tekhn. biul. VNIIMK*. – 2013. – Vyp. 2 (155–156). – S. 3–7.



УДК 630*114:631.436:630(571.15)
DOI: 10.53083/1996-4277-2023-224-6-39-45

И.А. Бицошвили, С.В. Макарычев
I.A. Bitsoshvili, S.V. Makarychev

ЗИМНИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА ЧЕРНОЗЕМА ПОД НАСАЖДЕНИЯМИ ЦВЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР В АЛТАЙСКОМ ПРИОБЬЕ

WINTER FEATURES OF CHERNOZEM TEMPERATURE REGIME UNDER FLOWER CROP PLANTATIONS IN THE ALTAI REGION'S OB RIVER AREA

Ключевые слова: чернозем, лилия, температура, сумма температур, изотерма, снежный покров, промерзание, протаивание.

В зимних условиях высота снежного покрова имеет решающее значение для сохранения цветочных культур. Он нивелирует отрицательное воздействие морозов, а весной при таянии способствует увлажнению почвенного профиля и улучшает влагообеспеченность растений. Зима 2007-2008 гг. оказалась малоснежной и морозной. Но в 2008 г. уже 11 ноября высота снега со-

ставила 26 см. В декабре 2009 г. она равнялась 38 см, а в конце февраля – 56 см. В 2009-2010 гг. наибольшая снежная толща сформировалась только в начале марта. Нулевая изотерма в ноябре 2007 г. находилась на глубине 5 см, в то время как на 50 см температуры были выше нуля. В декабре поверхность чернозема под снегом остыла до -6°C. В ноябре-декабре 2008-2009 гг. температурное поле почвенного профиля оставалось положительным. Температура, равная -1°C, была отмечена на поверхности почвы только 9 декабря, а нулевая изотерма опустилась до 10 см. В январе 2008 г.

поверхность почвы под тонким слоем снега охладилась до $-8,8^{\circ}\text{C}$. Такая температура сохранялась вплоть до марта. Ниже почва постепенно промерзала. При этом отрицательные температуры в пахотном горизонте чернозема сохранялись на протяжении пяти месяцев. В январе 2009 г. температура на поверхности почвы не опускалась ниже -1°C , а глубже оставалась выше нуля вплоть до марта. В 2009 г. протаивание и нагрев профиля чернозема происходили сверху с высокой интенсивностью. Особенностью весеннего температурного состояния почвы в 2010 г. явился процесс ее прогревания с поверхности и одновременно снизу за счет солнечной инсоляции и притока тепла из глубинных более теплых слоев.

Keywords: *chernozem, lily, temperature, accumulated temperature, isotherm, snow cover, freezing, thawing.*

In winter, the height of the snow cover is crucial for the conservation of flower crops. It neutralizes the negative impact of frost, and in the spring, during thawing, it helps to moisten the soil profile and improves the moisture supply of plants. The winter of 2007 and 2008 was dry and frosty. But in 2008, already on November 11, the snow depth

reached 26 cm. In December 2009, it was 38 cm, and at the end of February, it reached 56 cm. In the winter of 2009 and 2010, the largest snow thickness was formed only at the beginning of March. The zero isothermal line in November 2007 was at a depth of 5 cm, while the temperatures at 50 cm were above zero. In December, the surface of the chernozem under the snow cooled down to -6°C . In November and December of the winter of 2008 and 2009, the temperature field of the soil profile remained positive. The temperature equal to -1°C was observed on the soil surface only on December 9, and the zero isothermal line dropped to 10 cm. In January 2008, the soil surface under a thin snow layer cooled down to -8.8 degrees. This temperature persisted until March. Below, the soil gradually froze. Negative temperatures in the plowing horizon of the chernozem persisted for five months. In January 2009, the temperature on the soil surface did not drop below -1°C ; and deeper, it remained above zero until March. In 2009, the thawing and heating of the chernozem profile occurred from above with high intensity. A feature of the spring temperature state of the soil in 2010 was the process of its heating from the surface and simultaneously from below due to solar insolation and heat inflow from the deeper warmer layers.

Бицошвили Ирина Алексеевна, к.с.-х.н., ст. преподаватель, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: ditsoshvili85@mail.ru.

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

Bitsoshvili Irina Alekseevna, Cand. Agr. Sci., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: ditsoshvili85@mail.ru.

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

Введение

Алтайское Приобье расположено в зоне резкого континентального климата, отличающегося продолжительной зимой и сильными морозами, а также значительными колебаниями температуры воздуха в течение годового цикла, что негативно воздействует на рост и развитие цветочных культур. В начале вегетации имеют место возвратные весенние холода, а осенью нередко ранние заморозки. Лето зачастую довольно короткое, в конце мая – начале июня нередко засушливое. В то же время климатические особенности региона отличаются большим числом солнечных дней и жарким летом, что оптимизирует развитие цветочных растений. В этих условиях высота снежного покрова имеет решающее значение для сохранения цветочных культур. Он нивелирует отрицательное воздействие морозов, а весной при таянии способствует увлажнению почвенного профиля и улучшает влагообеспеченность цветов [1]. В этой связи особую

роль играет снегозадержание с использованием лесополос, которые практикуются на территории НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко, где проводились исследования температурного режима в почве. Известно, что снег обладает низкой теплопроводностью, поэтому является хорошим теплоизолятором. В то же время колебания плотности снежного покрова изменяют величину теплообмена. Уплотнение снега повышает теплопроводность и, следовательно, снижает его теплоизоляционные свойства. При малой высоте снега почва глубоко промерзает, а весной медленно оттаивает [2].

Кроме того, высота накопленного снега имеет как негативные, так и позитивные качества. При слабом снежном покрове и низких температурах атмосферного воздуха растения вымерзают, а при избытке, особенно весной, когда возможны массовые осадки, корневая система цветов может погибнуть от вымокания или выпревания. Не менее важно влияние снега на тепловой ре-

жим почвы и после таяния. Обычно глубоко промерзшая почва при малой высоте снега или его полном отсутствии медленно оттаивает. С целью изучения гидротермических процессов, происходящих в холодное время года в почвенном профиле, нами в 2007-2010 гг. было организовано наблюдение за температурным режимом под лилейными культурами в корнеобитаемом слое почвы.

Объекты и методы

Объектом исследований был выбран чернозем выщелоченный под посадками лилий. Предметом изучения явился температурный режим, формирующийся в черноземе в течение осенне-зимне-весеннего периода. При этом температура почвы измерялась электронными электротермометрами или рассчитывалась на глубинах 0, 5, 10, 15, 20, 50 и 100 см [3-6].

Результаты исследований

Лилия (лат. *Lilium*) является растением из семейства лилейных. Это священный цветок, который выращивался на протяжении тысячелетий. К характерным особенностям семейства относится наличие луковицы, которая состоит из примыкающих друг к другу чешуек, цветков, содержащих шесть лепестков, завязи из трех гнезд и удлиненных листьев.

Корневая система представляет собой два типа корней: основные или подлуковичные, исходящие из нижней части луковицы, и стеблевые, которые возникают на подземной части стебля. Первые необходимы для питания и укрепления растения в поверхностном слое почвы, а вторые – для поглощения почвенной влаги. Именно они появляются весной вместе со стеблем, а осенью совместно отмирают, тогда как подлуковичные живут до двух сезонов. Луковица является кладовой для питательных веществ и обеспечивает зимовку многолетней культуры. В 2009 г. коллекция лилий в НИИ садоводства пополнилась 2 видами (лилией мозолистой и лилией Буша) и 11 сортами [1].

В таблице 1 приведены данные по климатическим условиям зим с 2007 по 2010 гг., к которым относятся температура атмосферного воздуха и высота снежного покрова.

Таблица 1
Климатические особенности
в течение холодного времени года
(средние за месяц; числитель – высота снега,
знаменатель – температура воздуха)

2007-2008 гг.				
ноябрь	декабрь	январь	февраль	март
$\frac{2}{-2}$	$\frac{10}{-21}$	$\frac{26}{-21}$	$\frac{41}{-13}$	$\frac{9}{-1}$
2008-2009 гг.				
$\frac{22}{+3}$	$\frac{38}{-10}$	$\frac{41}{-16}$	$\frac{56}{-20}$	$\frac{35}{-6}$
2009-2010 гг.				
$\frac{21}{+2}$	$\frac{26}{-10}$	$\frac{41}{-25}$	$\frac{44}{-23}$	$\frac{58}{-8}$

Некоторые ученые [7, 8] утверждали, что нулевые температуры почвы не обеспечивали начало ее промерзания, которое начинало проявляться только через 10-20 дней после охлаждения почвы до отрицательных температур, когда в ней образовывались кристаллы льда. Другие считали, что для определения глубины промерзания следует принять нулевую изотерму. По нашему мнению, оба утверждения содержат определенные противоречия. Во-первых, почвенный раствор насыщен солями кислот разной концентрации, поэтому точка замерзания может варьировать в разных пределах. Чем больше солей, тем она ниже и, следовательно, может быть равна -2, -3⁰C и т.д. Во-вторых, изотерма 0⁰C вовсе не свидетельствует о промерзании. Поэтому ориентироваться на нулевую изотерму можно, как таковую, не утверждая о начале промерзания.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют (табл. 1), что во второй декаде 2007 г. на участках с посадками лилий высота снега не превышала 10 см при температуре, атмосферного воздуха -21⁰C, да и в ноябре снежный покров практически отсутствовал.

В декабре его высота достигла 26 см при той же температуре, и только в третьей декаде февраля она составила 41 см, но в середине марта вследствие раннего снеготаяния снизилась до 9 см. Таким образом, зиму 2007-2008 гг. можно признать малоснежной и морозной. В ноябре 2008 года снег лег 11 ноября окончательно при высоте 26 см и весьма слабой температуре -10°C . В декабре толщина снежного покрова равнялась 38 см, а в конце февраля – уже 56 см. В целом зима 2008-2009 гг. оказалась довольно «мягкой» по сравнению с предыдущим годом, хотя весна наступила в третьей декаде марта. В 2009-2010 гг. тенденция в снегонакоплении сохранилась, но наибольшая снежная толща сформировалась в начале марта и достигла 58 см. Несмотря на сильные морозы снежная теплоизоляция почвы оказалась весьма значительной, поэтому температура ее поверхности в течение всей зимы колебалась около -1°C (табл. 2). Тем не менее весна задержалась, поэтому снег начал таять только в конце марта.

Таблица 2

Температурное состояние почвенного профиля в течение активного промерзания под цветочными культурами

Глубина, см	2007 г.		2008 г.		2009 г.	
	срок					
	09.11	09.12	24.11	30.12	24.11	17.12
0	-1,0	-6,0	0,0	-1,0	-1,0	-1,0
10	+1,0	-5,0	+1,0	+0,0	-1,0	-0,5
20	+1,5	-0,5	+1,5	+0,5	0,0	0,0
50	+2,0	+0,5	+2,5	+1,0	+1,0	+1,0
100	+3,0	+1,5	+4,0	+2,0	+2,5	+2,0
Сумма	+6,5	+2,5	+9,0	+2,5	+1,5	+1,5

Наблюдения за температурой почвы начались 9 ноября 2007 г. и показали, что при высоте снега в 2 см и температуре воздуха -2°C , поверхность чернозема охладилась до -1°C . Нулевая изотерма при этом находилась на глубине 5 см, в то время как на 50 и 100 см температуры были положительными и составляли $+2^{\circ}\text{C}$ и $+3^{\circ}\text{C}$ соответственно. В начале декабря мощность снежной толщи под действием метели

возросла до 18 см, что способствовало созданию теплоизоляционного слоя в системе «поверхность почвы – атмосферный воздух». Через месяц температура поверхности чернозема снизилась в среднем до -6°C , а нулевая изотерма опустилась ниже 20 см, тогда как на 50 см и глубже в декабре сохранялась положительная температура. В ноябре-декабре 2008 г. под влиянием сформировавшегося снежного покрова температурное поле почвенного профиля оставалось положительным и довольно стабильным. Температура, равная -1°C , была отмечена на поверхности почвы только 9 декабря, а нулевая изотерма опустилась до 10 см. В этом проявилось влияние многоснежной зимы и значительного слоя снега.

Высота снежного покрова в 2009 г. достигла 20-25 см уже в середине ноября, что повлияло на температурный режим, при котором поверхность почвы остыла до $-0,5^{\circ}\text{C}$. Ноль температуры в ноябре-декабре наблюдался на отметке 20 см. Несмотря на то, что в декабре 2009 г. морозы усилились, они мало отразились на температурном почвенном поле. Это подтвердило результаты исследований почвоведов о влиянии погодных условий в холодное время года на формирование почвенного климата в зимнее время [9-12].

В таблице 3 представлены температуры метровой толщи чернозема под лилейными культурами в зимний период 2008-2010 гг.

Как было показано выше (табл. 1), зима 2008 г. была малоснежной и морозной, поэтому в январе поверхность почвы под тонким слоем снега охладилась до $-8,8^{\circ}\text{C}$. Такая температура сохранялась вплоть до марта. На 10 и 20 см глубины почва постепенно промерзала. В то же время в нижележащих слоях она оставалась положительной в течение всей зимы. Тем не менее отрицательные температуры в пахотном горизонте чернозема сохранялись на протяжении 5 мес. с ноября до середины апреля, что привело к сокращению вегетации. Поскольку уже в ноябре 2008 г. толщина снежного покрова составила 26 см при температуре -10°C , в янва-

ре – 41 см и в феврале достигла 56 см, то температура на поверхности почвы под снегом не опускалась ниже -1⁰С в январе, а в последующие месяцы даже увеличилась до 0⁰С. На 20-сантиметровой глубине за тот же период она также возростала по мере накопления снега и в марте стала положительной, как и в глубже расположенных горизонтах почвенной толщи. Аналогичная картина складывалась и в 2010 г.

Таблица 3

**Температура чернозема (°С)
под насаждениями лилий
в зимний период 2008-2010 гг.**

Глубина, см	Срок		
	15.01	17.02	14.03
2008 г.			
0	-8,8	-8,8	-8,5
10	-1,4	-1,8	-2,5
20	-1,0	-1,1	-1,3
50	0,3	0,5	0,2
100	1,7	1,7	0,9
2009 г.			
0	-1,2	-0,9	-0,1
10	-0,9	-0,6	-0,2
20	-0,5	-0,4	0,1
50	0,7	0,6	0,7
100	1,9	1,4	1,6
2010 г.			
0	-1,9	-2,8	-0,6
10	-1,1	-2,4	-0,4
20	-0,5	-1,1	-0,3
50	0,6	0,4	0,3
100	1,7	0,6	0,4

Интенсивность таяния снежного покрова весной, главным образом зависит от состояния погоды, а также от глубины промерзания и охлаждения почвенного профиля. В апреле 2008 г. снег таял довольно медленно и неравномерно (табл. 4), поскольку весна была холодной, что сказалось на температурном состоянии почвенной толщи. Так, 19 апреля 2008 г. сумма температур почвы по глубине составила -6,5⁰С, а нулевая изотерма сохранилась к этому времени на 50 см. Под влиянием теплой погоды весной 2009 г. уже 9 апреля снег отсутствовал, и

весь профиль чернозема прогрелся до 35⁰С, а на поверхности температура достигла 18⁰С тепла. В апреле 2010 г. сумма температур по профилю оказалась равной +8,5⁰С, поверхность почвы нагрелась до +6⁰С, и все почвенные слои имели положительную температуру.

Таблица 4

**Температурное поле в профиле чернозема
в середине весны под цветочными культурами
с 2008 по 2010 гг.**

Глубина, см	Год		
	19.04.08 г.	09.04.09 г.	23.04.10 г.
0	-2,0	+18,0	+6,0
10	-4,0	+10,0	+1,0
20	-1,0	+3,0	+0,5
50	0,0	+2,0	+1,0
100	+0,5	+1,5	+1,5
Сумма	-6,5	+35,0	+8,5

Особенностью весеннего температурного состояния почвы явился процесс ее прогревания одновременно с поверхности и снизу за счет инсоляции в первом случае и притока тепла из глубинных почвообразующих более теплых слоев – во втором. Поступление тепла из глубинных горизонтов имело место даже при сохранении остатков снежного покрова на поверхности почвы, о чем свидетельствовала температура, наблюдаемая с начала апреля. Такой процесс был изучен ранее А.В. Шишкиным [13]. Но в 2009 г. протаивание и нагрев профиля чернозема происходили сверху с высокой интенсивностью по сравнению с другими годами исследования.

Таким образом, температурный режим в профиле чернозема выщелоченного в осенне-зимне-весенний период при раннем формировании снежного покрова оказался весьма благоприятным для сохранения лилейных культур. В целом, погодные условия в разное время года способствовали или сильному охлаждению, или сохранению тепла в почвенном профиле и, следовательно, ускоренному созданию почвенной «спелости», что удлиняло период вегетации цветочных растений.

Выводы

1. Зима 2007-2008 гг. оказалась малоснежной и морозной. Но в конце 2008 г. уже 11 ноября высота снега составила 26 см, в декабре толщина снежного покрова равнялась 38 см, а в конце февраля 2009 г. – 56 см. В целом зима 2008-2009 гг. была «мягкой». В 2009-2010 гг. тенденция в снегонакоплении сохранилась, но наибольшая снежная толща сформировалась только в начале марта и достигла 58 см. Несмотря на сильные морозы, снежная теплоизоляция почвы оказалась весьма значительной.

2. Нулевая изотерма в ноябре 2007 г. находилась в почве на глубине 5 см. В декабре температура поверхности чернозема под снегом снизилась до -6°C , а нулевая изотерма опустилась ниже 20 см. В ноябре-декабре 2008 г. под влиянием сформировавшегося снежного покрова температурное поле почвенного профиля оставалось положительным и довольно стабильным. Температура, равная -1°C , была отмечена на поверхности почвы только 9 декабря, а нулевая изотерма опустилась до 10 см. При значительном снежном покрове в 2009 г. ноль температуры в декабре наблюдался на отметке 20 см.

3. В январе 2008 г. поверхность почвы под тонким слоем снега охладилась до $-8,8^{\circ}\text{C}$. Такая температура сохранялась вплоть до марта. Ниже почва постепенно промерзала. При этом отрицательные температуры в пахотном горизонте чернозема сохранялись на протяжении пяти месяцев. В январе 2009 г. температура на поверхности почвы под снегом не опускалась ниже -1°C , а глубже оставалась выше нуля вплоть до марта. Аналогичная картина складывалась и в 2010 г.

4. В 2009 г. протаивание и нагрев профиля чернозема происходили сверху с высокой интенсивностью. Особенностью весеннего температурного состояния почвы в 2010 г. явился процесс ее прогревания с поверхности и одновременно снизу за счет солнечной инсоляции и притока тепла из глубинных более теплых слоев.

5. Наблюдения показали, что температурный режим в профиле чернозема выщелоченного в осенне-зимне-весенний период при раннем формировании снежного покрова оказался весьма благоприятным для сохранения лилейных культур. В целом, погодные условия в разные годы способствовали или сильному охлаждению, или сохранению тепла в почвенном профиле.

Библиографический список

1. Долганова, З. В. Биология и интродукция цветочно-декоративных корневищных многолетников в Западной Сибири / З. В. Долганова. – Новосибирск, 2002. – С. 232. – Текст: непосредственный.
2. Теплофизическое состояние почв Алтая в условиях антропогенеза / С. В. Макарычев, А. Г. Болотов, Ю. В. Беховых [и др.]. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 362 с. – Текст: непосредственный.
3. Моделирование теплового режима почвы по амплитуде температуры приземного воздуха / Е. В. Шеин, А. Г. Болотов, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2017. – № 7. – С. 26-28.
4. 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. – DOI 10.24411/0044-3913-2018-10707.
5. Болотов, А. Г. Измерение температуры почв в полевых условиях / А. Г. Болотов. – Текст: непосредственный // Антропогенное воздействие на лесные экосистемы: материалы II Международной конференции. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2002. – С. 148-150.
6. 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.

7. Павлов, А. В. Итоги и перспективы стационарных исследований теплового баланса и гидротермического режима почвы в криолитозоне / А. В. Павлов – Текст: непосредственный // Климат почв: сборник научных трудов. – Пушchino: Изд-во биол. центра, 1985. – С. 127-131.

8. Воронина, Л. В. Особенности теплового режима автоморфных почв лесной и лесостепной зон юго-востока Западной Сибири / Л. В. Воронина. – Текст: непосредственный // Географические проблемы освоения природных ресурсов Сибири. – Новосибирск: Наука, СО, 1983. – С. 172-178.

9. Шульгин, А. М. Климат почвы и его регулирование / А. М. Шульгин. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1967. – 298 с. – Текст: непосредственный.

10. Васильченко, Г. В. Снежный покров и сад. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1978. – 120 с. – Текст: непосредственный.

11. Панфилов, В. П. Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1976. – 544 с. – Текст: непосредственный.

12. Макарычев, С. В. Теплофизическое состояние черноземов плодовых садов Алтайского Приобья / С. В. Макарычев, И. В. Гэфке, А. В. Шишкин. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 190 с. – Текст: непосредственный.

13. Шишкин, А. В. Теплофизическое состояние выщелоченных черноземов Алтайского Приобья под облепиховыми насаждениями: диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Шишкин Александр Викторович. – Барнаул, 2008. – 137 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Dolganova Z.V. Biologiya i introduktsiya tsvetochno-dekorativnykh kornevishchnykh mnogoletnikov v Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk, 2002. – S. 232.

2. Makarychev S.V. Teplofizicheskoe sostoyanie pochv Altaia v usloviakh antropogeneza / S.V. Makarychev, A.G. Bolotov, Iu.V. Bekhovyykh, I.T. Trofimov i dr. – Barnaul; Izd-vo AGAU, 2006. – 362 s.

3. Shein E.V., Bolotov A.G., Mazirov M.A., Martynov A.I. Modelirovanie teplovogo rezhima pochvy po amplitude temperatury prizemnogo vozdukha // Zemledelie. – 2017. – No. 7. – S. 26-28.

4. Shein E.V., Bolotov A.G., Mazirov M.A., Martynov A.I. Opredelenie profilnogo raspredeleniya temperatury pochvy na osnovanii temperatury ee poverkhnosti // Zemledelie. – 2018. – No. 7. – S. 26-29. DOI:10.24411/0044-3913-2018-10707.

5. Bolotov A.G. Izmerenie temperatury pochv v polevykh usloviakh // Antropogennoe vozdeistvie na lesnye ekosistemy: materialy II mezhd. konf. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2002. – S. 148-150.

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

7. Pavlov A.V. Itogi i perspektivy statsionarnykh issledovaniy teplovogo balansa i gidrotermicheskogo rezhima pochvy v kriolitozone // Kлимат почв: sb. nauch. trudov. – Pushchino: Izd-vo biol. tsentra, 1985. – S. 127-131.

8. Voronina L.V. Osobennosti teplovogo rezhima avtomorfnykh pochv lesnoi i lesostepnoi zon iugo-vostoka Zapadnoi Sibiri // Geograficheskie problemy osvoeniia prirodnykh resursov Sibiri. – Novosibirsk: Nauka. SO, 1983. – S. 172-178.

9. Shulgin A.M. Kлимат почв i ego regulirovanie. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1967. – 298 s.

10. Vasilchenko G. V. Snezhnyi pokrov i sad. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1978. – 120 s.

11. Panfilov V.P. Agrofizicheskaya kharakteristika pochv Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, – 1976. – 544 s.

12. Makarychev S.V. Teplofizicheskoe sostoyanie chernozemov plodovykh sadov Altaiskogo Priobia / S.V. Makarychev, I.V. Gefke, A.V. Shishkin. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2008. – 190 s.

13. Shishkin A.V. Teplofizicheskoe sostoyanie vyshchelochennykh chernozemov Altaiskogo Priobia pod oblepikhovymi nasazhdeniyami: diss. ... kand. s.-kh. nauk. – Barnaul, 2008. – 137 s.