

**ВОДНО- И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО
В АГРОЦЕНОЗЕ ТУИ ДАНИКА НА ТЕРРИТОРИИ ДЕНДРАРИЯ****HYDROPHYSICAL AND THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS
OF LEACHED CHERNOZEM IN WHITE-CEDAR AGROCENOSIS IN THE ARBORETUM**

Ключевые слова: гидротермический режим, чернозем выщелоченный среднесуглинистый, туя Даника, температура, сумма температур, влажность, влагозапасы.

С целью изучения гидротермического состояния чернозема выщелоченного, занятого туей Даника, были проведены натурные наблюдения за его температурой в летнее время 2018-2019 гг. до метровой глубины через каждые 10 см в условиях дендрария НИИ садоводства Сибири. Температурный режим почвы был обусловлен прежде всего солнечной инсоляцией и теплообменом в системе «почва-атмосфера», следуя за температурным состоянием приземного слоя воздуха. Летом 2018 г. в течение июля и августа сумма температур почвенного профиля колебалась в пределах 200°C. При этом продуктивные запасы влаги оказались гораздо ниже, чем в 2019 г. В начале июня суточные колебания температуры отмечались до глубины 20 см. Сумма температур в гумусовом горизонте была максимальной в 19:00 ч, а минимальная отмечалась утром. В августе колебания суточной температуры в черноземе исчезли на глубине 40 см, поэтому в нижележащих горизонтах температурное поле приобрело стационарное состояние. Прогревание почвенного профиля в 2019 г. под насаждениями декоративной культуры началось во второй декаде мая, тем не менее уже на 20-сантиметровой глубине отмечалась нулевая температура, а ниже оставалась отрицательной. При этом зимнее охлаждение профиля чернозема сохранялось вплоть до третьей декады июня. Окончательно почва прогрелась только в начале июля. Вследствие малого количества снега, накопленного зимой, влажность почвы после его таяния была удовлетворительной только в гумусовом горизонте. Ситуация изменилась в середине июня, когда ПЗВ под действием атмосферных осадков достигли 263 мм. К середине августа было отмечено иссушение почвенного профиля, когда ПЗВ стали «неудовлетворительными». В дальнейшем прошедшие дожди привели к увеличению почвенного увлажнения.

Keywords: hydrothermal regime, leached medium loamy chernozem, white-cedar (*Thuja occidentalis* 'Danica'), temperature, accumulated temperature, moisture, moisture storage.

To study the hydrothermal state of leached chernozem occupied by white-cedar (*Thuja occidentalis* 'Danica'), field observations of its temperature were carried out in the summer of 2018 and 2019 to a depth of one meter every 10 cm in the arboretum of the Research Institute of Gardening of Siberia. The soil temperature regime was determined, first of all, by insolation and heat exchange in the soil-atmosphere system following the temperature state of the surface air layer. In the summer of 2018, during July and August, the accumulated temperature of soil profile fluctuated within 200°C. At the same time, the available moisture storage was much lower than in 2019. In early June, daily temperature fluctuations were observed to a depth of 20 cm. The accumulated temperature in the humus horizon was the maximum at 7 p.m., and the minimum was revealed in the morning. In August, daily temperature fluctuations in chernozem disappeared at a depth of 40 cm, so the temperature field in the underlying horizons acquired a stationary state. Warming of the soil profile in 2019 under the ornamental crop plantings began in the second ten-days of May. However, zero temperature was already observed at a depth of 20 cm, and below it remained negative. At the same time, winter cooling of the chernozem profile persisted until the third ten-days of June. The soil finally warmed up only at the beginning of July. Due to the small amount of snow accumulated in winter, soil moisture after its melting was satisfactory only in the humus horizon. The situation changed in mid-June when available moisture storage under the influence of atmospheric precipitation reached 263 mm. By mid-August, drying of the soil profile was observed when available moisture storage became "unsatisfactory". Subsequent rains led to increase of soil moisture content.

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

Солнечная инсоляция в приземном слое «воздух-почва» при поглощении трансформируется в тепло, которое идет на прогревание корнеобитаемого слоя почвы, приземного воздуха и самих растений, а также на десукцию влаги [1, 2]. Дневное повышение и ночное падение температуры поверхности почвы определяют ее суточную динамику. Как правило, минимальная температура наблюдается перед восходом солнца при отрицательном тепловом балансе, а ее максимум приурочен к часу дня для атмосферного воздуха, а в почве проявляется с запозданием, которое приходится на промежуток между 16:00 и 19:00 ч в зависимости от глубины. Естественно, что суточные изменения температуры испытывают влияние облачности, осадков или эоловых процессов, поэтому ее экстремумы могут смещаться во времени.

Температура и влажность почвы являются наиболее важными факторами в жизни растений. Они определяют прорастание семян, функционирование корневой системы, состояние почвенной микрофлоры и фауны и минеральное питание живой фазы почвы [3]. Рост температуры ускоряет эти процессы, а вода способствует интенсивному переносу теплоты и обеспечивает жизнедеятельность растений. В результате поставили цель, связанную с изучением водно-физического состояния чернозема, который формируется в его почвенной толще в агроценозе туи Даника [4] летом в условиях дендрария НИИ садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко.

Объекты и методы

Объект исследования – чернозем выщелоченный суглинистого гранулометрического состава в агроценозе туи, предмет изучения – водно-температурный режим почвенной разности летом 2018 и 2019 гг. Измерения температуры и влажности проводились через каждые 10 см ее профиля. Влажность определялась термостатно-весовым способом [5], температура – электронным термометром, созданным на основе транзисторной базы, и дублировалась расчетами по температуре атмосферного воздуха [6-8]. Влажность измерялась в трехкратной повторности. Поскольку температура в течение суток постоянно изменялась, будучи текущей величиной, то зонды были установлены в почву в начале опыта, а извлекались по его завершению, затем данные переносились в ЭВМ. В ре-

зультате были рассчитаны суммы температур на различной глубине почвенного профиля и теплоток в гумусовом 20-сантиметровом горизонте. Другой статистической обработки не проводилось.

Результаты исследований

Туя Даника (*Danica*) является низкорослым вечнозеленым хвойным кустарником. Крона представляет собой совокупность огромного числа побегов, густо покрытых хвоей ярко-зеленого цвета. В течение года куст туи подрастает на 5-6 см, сохраняя свою форму и не нуждаясь в обрезке. Ее хвоя первоначально похожа на иглы, располагающиеся на концах побегов, которые со временем трансформируются в прилегающие к веткам чешуйки. Осенью окраска растения меняется на бурую, а кора постепенно отслаивается. Для сохранения декоративного вида туи требуются солнечное освещение и защита от ветра. Туя Даника хорошо приживается и развивается на суглинистых почвах, увлажненных и содержащих элементы питания с кислотностью 5-6 pH. Для ее роста требуется регулярное орошение с периодом, равным одному разу в неделю с поливной нормой 10 л воды на каждый куст, в засушливую погоду частоту увеличивают до 2 раз.

В таблице 1 представлены особенности формирования температурного поля в 10:00 ч в течение вегетационного периода 2018 г. На рисунке 1 представлены суммарные температуры в метровой части профиля чернозема.

Зимой в агроценозе туи имело место формирование довольно мощного снежного покрова, поэтому сход снега весной наблюдался со сдвигом во времени, поскольку затенение массивом растений препятствовало процессу таяния. Кроме того, сказались и пониженные температуры воздушного бассейна, поэтому прогревание почвенного профиля проходило постепенно (табл. 1). В результате до десятых чисел июня температура чернозема на поверхности не изменялась и была равной +2⁰C. Только в середине декады почва получила достаточное количество тепла и стала интенсивно нагреваться, а плюсовые температуры проникли на глубину 50 см. Из рисунка 1 видно, что суммарная температура в гумусово-аккумулятивном слое к данному времени оказалась равной +23⁰C. К концу июля температурное поле на глубине 100 см превысило нулевую отметку, и темпера-

тура составила +3⁰C. При этом сумма положительных температур во всей исследованной толще чернозема поднялась до 84⁰C. В течение августа она увеличилась до 175⁰C. Можно отметить, что горизонт **В** оставался в области отрицательных температур до 15.07.2018 г. В табли-

це 2 содержатся результаты измерений влажности по профилю чернозема в течение вегетационного периода 2018 г., а на рисунке 2 представлены ПЗВ генетических горизонтов и в метровом слое почвы.

Таблица 1

Распределение температуры в профиле чернозема выщелоченного под насаждениями туи Даника. 2018 г.

Горизонт	Срок h, см	14.05	27.05	12.06	27.06	15.07	30.07	12.08	29.08
		Температура почвенного профиля							
А	0	+2	+2	+2	+2	+7	+13	+20	+19
	10	0	0	0	+1	+6	+12	+19	+19
	20	0	0	0	0	+5	+11	+19	+18
	30	-1	0	0	0	+3	+10	+16	+17
	40	-2	-1	-1	0	+2	+10	+15	+17
АВ	50	-2	-2	-1	-1	+1	+8	+14	+16
	60	-3	-2	-2	-2	0	+5	+13	+16
	70	-3	-4	-3	-3	-1	+4	+13	+15
В	80	-4	-4	-4	-3	-2	+4	+12	+14
	90	-5	-5	-5	-3	-2	+4	+11	+13
	100	-6	-6	-5	-4	-3	+3	+10	+11

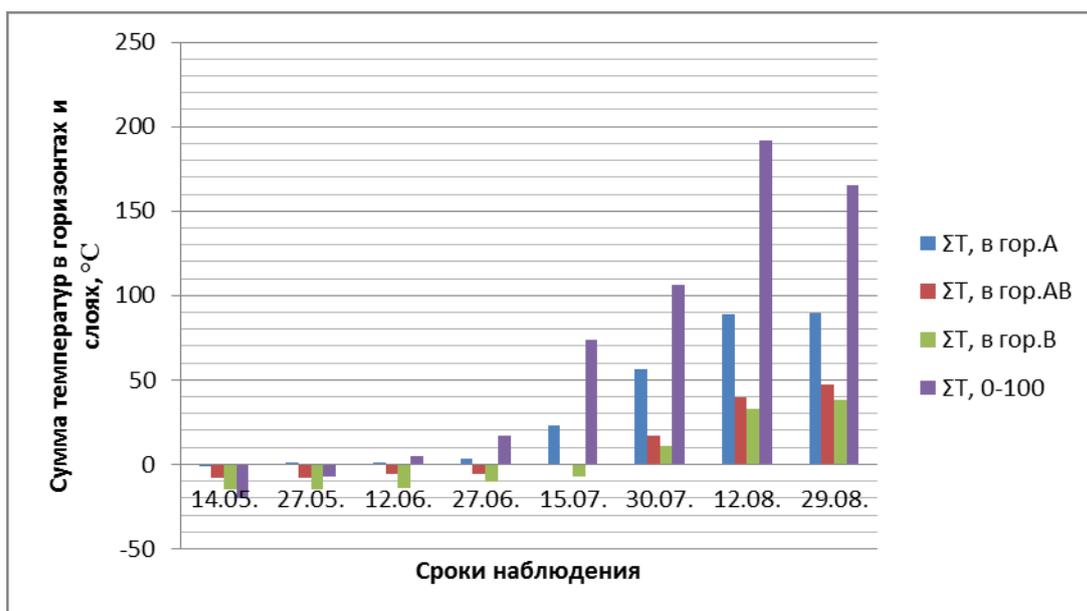


Рис. 1. Суммарная температура генетических горизонтов и метровой толщи чернозема в агроценозе туи Даника

Значительная величина зимних запасов снега обусловила благоприятное для растений влагосодержание в корнеобитаемом слое чернозема под туевыми насаждениями, что было особенно характерно для гумусового горизонта (табл. 2).

Относительная влажность при этом составила в мае около 30% от массы почвы, что превысило наименьшую влагоемкость (НВ). В середине июля увлажнение снизилось до 9-16% в

зависимости от глубины, и продуктивные запасы влаги (ПЗВ) в верхней части профиля почвы (рис. 2) опустились до 16,8 мм, что по шкале А.Ф. Вадюниной характеризуются как «неудовлетворительные». Прошедшие обильные дожди в конце июля увеличили почвенное увлажнение во всем профиле чернозема. В августе атмосферные осадки отсутствовали, поэтому увлажнение чернозема постепенно падало и 29 августа снизилось до уровня «неудовлетво-

рительных», т.е. почти равных влажности завядания. Сходные условия имели место в переходном **AB** и иллювиальном **B** горизонтах, но водные показатели были еще меньше. Результаты, представленные на рисунке 2, указывают на то, что ПЗВ до глубины 1 м чернозема за вегетационный период значительно варьируют. За промежуток времени с мая до начала июля они были «очень хорошими», составляя более 160 мм. В середине лета перешли в ранг «очень плохих», до окончания летних месяцев находились на уровне наилучших, но осенью снизились до «плохих».

Для более глубокого изучения процессов формирования термических условий в почвенном профиле в начале и конце вегетации нами были определены суточные изменения темпе-

ратуры 2.06 и 30.08.2019 г. и ее сумма на 10:00 ч утра (рис. 3, 4).

Полученные нами данные позволили предсказать происходившие изменения в температурном поле. Так, температура чернозема 2 июня на глубине 0,5 см не превышала +3°C. На 10 и 20 см она была стабильной и положительной и составляла соответственно +2 и +1°C. В нижней части гумусового горизонта была нулевой в течение суток. В переходном горизонте **AB** оказалась отрицательной (от 0 до -2°C). В иллювиальном горизонте **B** охлаждение оставалось еще ниже. В целом температурное поле в течение суток оставалось стабильным за исключением поверхностного 0,5 см слоя.

На рисунке 3 представлена суммарная температура в горизонтах и метровом слое чернозема выщелоченного в агроценозе тую Даника.

Таблица 2

Распределение влагосодержания в черноземе выщелоченном под насаждениями тую Даника летом 2018 г.

Горизонт	Срок	14.05	27.05	12.06	27.06	15.07	30.07	12.08	29.08
	h, см	Относительная влажность профиля чернозема							
A	0,5	30,4	32,2	25,5	25,3	16,2	44,9	23,8	14,5
	10	33,4	32,1	30,2	30,5	14,2	40,7	19,1	8,9
	20	23,9	30,1	30,7	29,7	15,4	43,0	25,1	16,7
	30	26,7	26,2	28,7	28,1	12,4	41,4	27,9	13,5
	40	24,9	22,8	28,4	31,9	9,2	29,6	22,6	14,2
AB	50	21,7	29,4	29,1	27,4	19,3	41,4	22,3	22,9
	60	21,1	18,8	30,4	28,4	12,5	18,7	27,8	14,7
	70	20,3	28,7	29,6	31,5	13,9	30,1	25,8	14,8
B	80	21,6	31,8	34,5	36,7	15,4	32,6	30,0	20,5
	90	22,5	30,8	32,2	39,1	13,4	31,4	16,2	17,3
	100	24,8	25,7	32,6	38,4	16,3	29,4	26,3	18,7

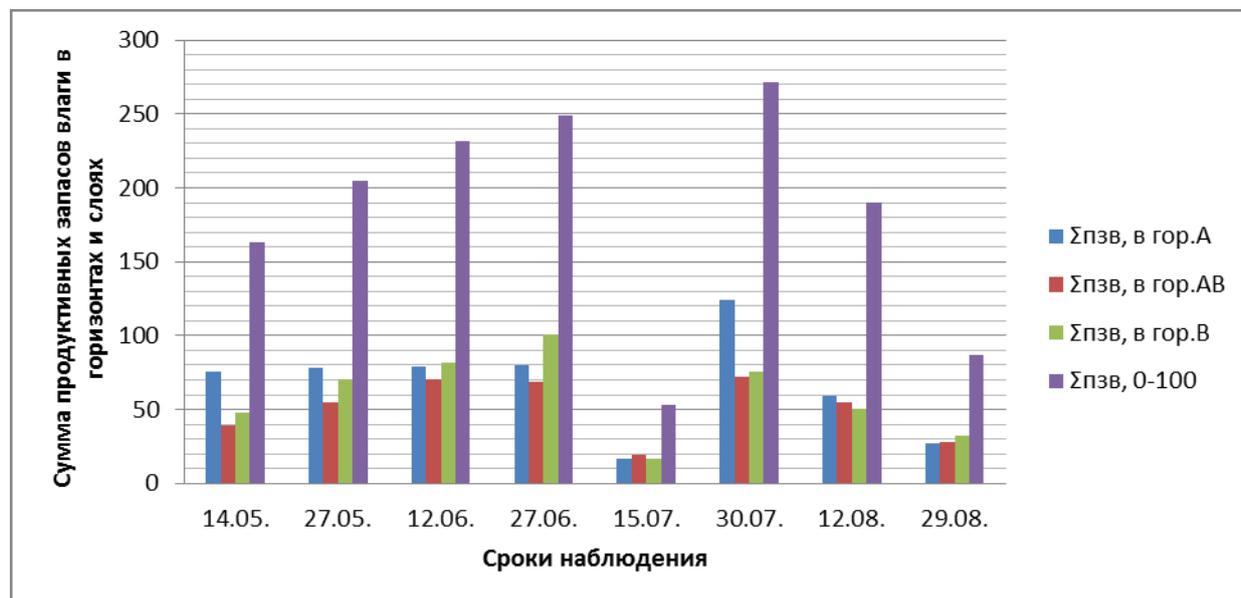


Рис. 2. Доступные запасы влаги (ПЗВ) в профиле чернозема в агроценозе тую Даника

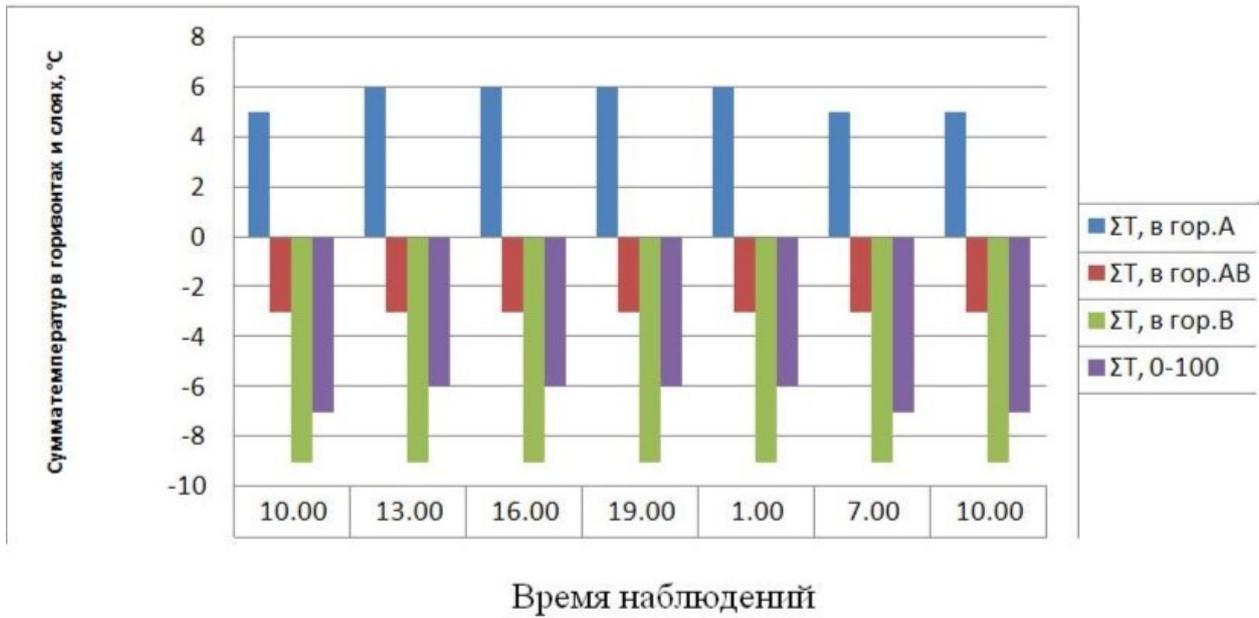


Рис. 3. Суточные колебания температуры в профиле чернозема

Как следует из рисунка 3, суточная температура гумусового горизонта до глубины 40 см в течение суток оставалась положительной и колебалась в пределах 5-6⁰С. В то же время температурное поле в переходном и иллювиальном горизонтах оставалось отрицательным, а суммарная температура составляла -3 и -9⁰С соответственно. Таким образом, метровый слой чернозема в агроценозе туи 2 июня оставался в мерзлотном состоянии.

Температурный профиль почвы к концу лета изменился кардинальным образом в результате интенсивного прогревания. Отметим, что в день измерений 30 августа погода была солнечной и

безоблачной, но температура воздуха в 10:00 ч не превышала +7, а после полудня +18⁰С.

Рисунок 4 содержит данные по температуре и ее сумме в профиле чернозема. Полученные данные указывают на то, что температура гумусово-аккумулятивного горизонта почвы до глубины 10 см в дневное и особенно в ночное время оказалась гораздо выше температуры атмосферного воздуха за счет аккумуляции солнечной теплоты. В то же время прогревания ниже расположенных почвенных слоев в течение суток не наблюдалось, поскольку изменения температуры прекратились с глубины 40 см. В результате возникло стационарное температурное поле.

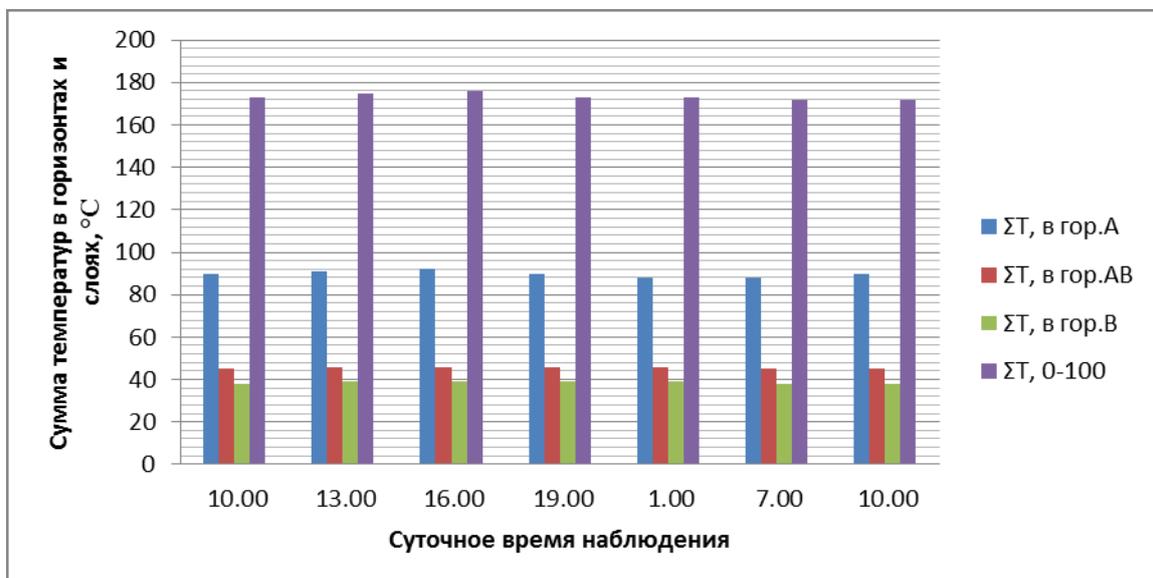


Рис. 4. Динамика суммы температур в профиле чернозема под насаждениями туи Даника

Данные рисунка 4 показывают, что суммарная температура, измеренная вниз по профилю чернозема, в верхней части профиля в течение суток варьировала от 86⁰С в 10:00 до 91⁰С в 16:00. В горизонте АВ она оказалась равной 31⁰С и оставалась постоянной. Аналогично формировалось температурное поле и в иллювиальном горизонте. В итоге в профиле чернозема сумма температур составила 172⁰С.

Выводы

1. В 2018 г. температура атмосферного воздуха превышала температуру 2019 г. В течение второй половины теплого времени года сумма температур в профиле чернозема варьировала в пределах 200⁰С. При этом ПЗВ (продуктивные запасы влаги) в 2019 г. оказались гораздо выше, чем в 2018 г.

2. Процесс прогревания чернозема 2019 г. в агроценозе туй Даника начался в конце мая, поэтому на глубине 20 см наблюдалась нулевая температура, а глубже сохранялось промерзание, которое в нижних слоях почвы оставалось вплоть до конца июня. Окончательно температура почвенного профиля стала выше нуля только в июле. Летом ее увеличение имело место до середины августа, после температура стала снижаться.

3. В 2019 г. вследствие маломощного снежного покрова увлажнение почвы после его таяния возросло только в верхнем пахотном слое. Только в конце весны и в середине июня ПЗВ под воздействием дождей увеличились до 263 мм. В конце лета отмечалось иссушение почвенного профиля, в результате которого продуктивные запасы влаги стали «неудовлетворительными». Осенью атмосферные осадки обеспечили накопление влаги в почве.

4. В начале лета 2019 г. суточное варьирование температуры чернозема имело место только в слое 0-20 см. Суммарная температура в пахотном слое достигала максимума в 19:00 ч, а минимума – в 7:00 ч. В подстилающих горизонтах чернозема она не изменялась. Суточная сумма температур в слое 0-100 см чернозема не превысила +104⁰.

5. В конце лета 2019 г. изменение суммы температур в суточном промежутке времени прекратилось с глубины 40 см, и в подстилающих горизонтах температурное поле стало стационарным. Температура здесь была ниже, чем в гумусовом горизонте, во всем годичном вре-

менном цикле на 4-6⁰. В результате в метровой почвенной толще сумма температур оказалась близкой к 172⁰С.

Библиографический список

1. Шульгин, А. М. Снежная мелиорация и климат почвы / А. М. Шульгин. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. – 72 с. – Текст: непосредственный.

2. Хабаров, С. Н. Агроэкосистемы садов юга Западной Сибири / С. Н. Хабаров. – Новосибирск: Наука СО, 1999. – 308 с. – Текст: непосредственный.

3. Макарычев, С. В. Теплофизическое состояние плодовых садов Алтайского Приобья / С. В. Макарычев, И. В. Гефке, А. В. Шишкин. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2008. – 191 с. – Текст: непосредственный.

4. Абаимов, В. Ф. Дендрология / В. Ф. Абаимов. – Москва: Академия, 2009. – 363 с. – Текст: непосредственный.

5. Шейн, Е. В. Теории и методы физики почв / Е. В. Шейн, Л. О. Карпачевский. – Москва: Гриф и К, 2007. – 616 с. – Текст: непосредственный.

6. Определение профильного распределения температуры почвы на основании температуры ее поверхности / А. Г. Болотов, Е. В. Шейн, М. А. Мазиров, А. И. Мартынов. – Текст: непосредственный // Земледелие. – 2018. – № 7. – С. 26-29. – DOI 10.24411/0044-3913-2018-10707.

7. Макарычев С. В. Физические свойства, гидротермические режимы почв и методы их исследования: учебное пособие. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. – 57 с. – Текст: непосредственный.

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

References

1. Shulgin A.M. Snezhnaia melioratsiia i klimat pochvy. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1986. – 72 s.

2. Khabarov S.N. Agroekosistemy sadov iuga Zapadnoi Sibiri. – Novosibirsk: Izd-vo Nauka SO, 1999. – 308 s.

3. Makarychev S.V. Teplofizicheskoe sostoianie plodovykh sadov Altaiskogo Priobia / S.V. Makarychev, I.V. Gefke, A.V. Shishkin. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2008. – 191 s.

4. Abaimov V.F. Dendrologiia. – Moskva: Izd-vo «Akademii», 2009. – 363 s.

5. Shein E.V. Teorii i metody fiziki pochv / E.V. Shein, L.O. Karpachevskii. – Moskva: Grif i K, 2007. – 616 s.

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. – DOI 10.24411/0044-3913-2018-10707.

7. Makarychev S.V. Fizicheskie svoistva, gidrotermicheskie rezhimy pochv i metody ikh issledovaniia: uchebnoe posobie. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2020. – 57 s.

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



УДК 633.854.78:631.52(571.150)
DOI: 10.53083/1996-4277-2024-240-10-42-46

Н.И. Шевчук, С.В. Жаркова
N.I. Shevchuk, S.V. Zharkova

ГИБРИДЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ БИЙСКО-ЧУМЫШСКОЙ ЗОНЫ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

SUNFLOWER HYBRIDS UNDER THE CONDITIONS OF THE BIYA-CHUMYSH ZONE OF THE ALTAI REGION

Ключевые слова: подсолнечник, гибрид, условия, вегетационный период, скороспелость, урожайность, стабильность, достоверность, отзывчивость.

Подсолнечник в мире, и в России в том числе, одна из самых востребованных по получаемой продукции масличная культура. Площадь, занимаемая подсолнечником в Российской Федерации, в 2024 г. составила 9,75 млн га. За последние 5 лет увеличение объёма занимаемых культурой площадей увеличилось на 13,6%. В ТОП-10 регионов страны Алтайский край занимает 4-е место – 887,7 тыс. га, что составляет 9,1% от общероссийской площади. Подсолнечник в современных условиях – это ценная и высокодоходная для производителя культура. Увеличению производства маслосемян подсолнечника способствует введение в используемую агротехнологию новых сортов и гибридов. Цель исследований – изучить и дать оценку гибридам подсолнечника в условиях Бийско-Чумышской зоны Алтайского края. Опыты для выполнения поставленных задач были заложены на производственных полях СПК «Колхоз им. Калинина» Бийского района Алтайского края в 2019-2020 гг. Для выполнения цели исследований высевали 5 гибридов подсолнечника: 2 отечественных – Синтез и Союз и 3 гибрида компании Syngenta – Си Арко, Савинка, Сузука HTS. Гибрид Савинка в испытании взят в качестве стандарта. Проведённые исследования показали, что в условиях Бийско-Чумышской зоны Алтайского края как скороспелые определены гибриды Синтез и Союз с продолжительностью вегетационного периода 81-85 сут. Данные гибриды независимо от погодных условий формируют урожайность в непродолжительный период вегетации.

По величине урожайности все гибриды сформировали достаточно высокий уровень для данной культуры. В среднем за два года максимальная урожайность получена у гибридов Сузука HTS (2,77 т/га) и Си Арко (2,70 т/га).

Keywords: sunflower, hybrid, conditions, growing season, early maturity, yielding capacity, stability, reliability, response.

Sunflower in the world and in Russia in particular, is one of the most demanded oilseed crops in terms of the products obtained. The area under sunflower in the Russian Federation in 2024 amounted to 9.75 million ha. Over the past 5 years, the increase of the areas occupied by the crop increased by 13.6%. In the TOP-10 regions of the country, the Altai Region ranks 4th - 887.7 thousand ha, which is 9.1% of the total Russian area. Under modern conditions by its usability, sunflower is a valuable and highly profitable crop for the grower. The introduction of new varieties and hybrids into the agricultural technology contributes to the increase of sunflower oil seed production. The research goal is to study and evaluate sunflower hybrids under the conditions of the Biya-Chumysh zone of the Altai Region. The experiments were carried out in the production fields of the farm SPK "Kolkhoz im. Kalinina" of the Biysk District of the Altai Region in 2019 and 2020. The following 5 sunflower hybrids were sown: two domestic ones - Sintez and Soyuz, and three hybrids of Syngenta company - SY Arko, Savinka, and Suzuka HTS. The Savinka hybrid was used as the standard in the trial. Under the conditions of the Biya-Chumysh zone of the Altai Region, the Sintez and Soyuz hybrids with the growing season of