

Выводы

1. Почвообразующие породы и горизонт А черноземов выщелоченных колючей степи характеризуются более высоким валовым содержанием меди, молибдена, марганца, цинка и кобальта, чем породы черноземов выщелоченных лесостепи.

2. Почвообразующие породы и горизонт А черноземов выщелоченных в лесостепи по сравнению с колючей степью характеризуются большей подвижностью и более высоким содержанием подвижных форм меди, цинка, кобальта и бора.

3. У черноземов выщелоченных в лесостепи по сравнению с колючей степью наблюдаются более высокие коэффициенты накопления в горизонтах А по сравнению с горизонтами С и валового содержания и содержания подвижных форм меди, молибдена, кобальта и бора.

Библиографический список

1. Спицына С.Ф. Микроэлементы в системе: почва-растение и эффективность микроудобрений в Алтайском крае: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. – М., 1992. – 28 с.

2. Спицына С.Ф., Томаровский А.А., Оствальд Г.В. Поведение микроэлементов в системе почва-растения пшеницы в различных зонах Алтайского края // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 12 (110). – С. 42-47.

3. Пузаченко Ю.Г., Мошкин А.В. Информационно-логический анализ в медико-географических исследованиях // Итоги науки / Сер. мед. география; ВИНТИ. – М., 1969. – Вып. 3. – С. 5-71.

4. Bowen H.J.M. The use of reference materials in the elemental analysis of biological samples // Atomic Energy Review. – 1975. – Vol. 13. – P. 451-458.

5. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза. – Новосибирск: Наука, 1984. – 196 с.

6. Почвы Алтайского края. – М.: АН СССР, 1959. – С. 46-75.

7. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. – М.: Высшая школа, 1975. – 341 с.

References

1. Spitsyna S.F. Mikroelementy v sisteme: pochva-rastenie i effektivnost' mikroudobrenii v Altaiskom krae: avtoref. dis. ... dokt. s.-kh. nauk. – М., 1992. – 28 s.

2. Spitsyna S.F., Tomarovskii A.A., Ostval'd G.V. Povedenie mikroelementov v sisteme pochva – rasteniya pshenitsy v razlichnykh zonakh Altaiskogo kraya // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2013. – № 12 (110). – S. 42-47.

3. Puzachenko Yu.G., Moshkin A.V. Informatsionno-logicheskii analiz v mediko-geograficheskikh issledovaniyakh // Itogi nauki. Ser. med. geografiya / VINITI. – М., 1969. – Вып. 3. – С. 5-71.

4. Bowen H.J.M. The use of reference materials in the elemental analysis of biological samples // Atomic Energy Review. – 1975. – Vol. 13. – P. 451-458.

5. Burlakova L.M. Plodorodie Altaiskikh chernozemov v sisteme agrotsenoza. – Novosibirsk: Nauka. – 1984. – 196 s.

6. Pochvy Altaiskogo kraya. – М.: АН СССР, 1959. – С. 46-75.

7. Perel'man A.I. Geokhimiya landshafta. – М.: Vysshaya shkola, 1975. – 341 s.



УДК 635.6:631.436(571.15)

И.В. Шорина, С.В. Макарычев
I.V. Shorina, S.V. Makarychev

**ТЕРМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ЧЕРНОЗЕМА ВЫЩЕЛОЧЕННОГО
ПОД БАХЧЕВЫМИ КУЛЬТУРАМИ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ**

**THERMAL REGIME OF LEACHED CHERNOZEM UNDER CUCURBITS CROP IN THE CONDITIONS
OF THE ALTAI PRIOBYE (THE OB RIVER AREA OF THE ALTAI REGION)**

Ключевые слова: температура, суточная температура, влажность, тепловой поток, тепловой баланс.

Температура почвы коренным образом влияет на развитие корневой системы овощных культур и процессы жизнедеятельности микроорганизмов. Наибольшее влияние на периодичность термического режима почвы оказывает метеорологический фактор. Кроме того, на ее температуру воздействует растительность, затеняя поверхность почвы. Все это определяет динамику прогревания

генетических горизонтов чернозема. Исследования показали, что профиль чернозема в паровом поле прогревался сильнее, но испарение влаги с его поверхности усиливалось, что препятствовало сохранению влаги, особенно во второй половине вегетации. Лиственный покров овощных культур снижали суточные температурные колебания, формируя устойчивый температурный фон. Во время периодов охлаждения растительность также уменьшала интенсивность турбулентного теплообмена между почвой и атмосферой.

Keywords: *temperature, daily temperature, moisture content, heat flow, heat balance.*

Soil temperature greatly affects the development of the root system of vegetable crops and the activity of microorganisms. The greatest effect on the periodic sequence of soil thermal regime is produced by meteorological factors. In addition, soil temperature is affected by the vegetation that shades the soil surface. All of this determines the warm-up dynamics of chernozem genetic horizons. The studies

revealed that chernozem profile in a fallow field was warmed-up more intensively, but moisture evaporation from its surface was increasing and that prevented moisture conservation particularly in the second half of the growing season. The foliage of the vegetable crops reduced the diurnal temperature fluctuations thus forming a stable temperature background. During cooling periods the vegetation also reduced the intensity of the turbulent heat exchange between the soil and the atmosphere.

Шорина Ирина Владимировна, к.с.-х.н., доцент, каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 62-83-53. E-mail: irishorina@yandex.ru.

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., проф., зав. каф. физики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-83-57. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Shorina Irina Vladimirovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Physics Dept., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: irishorina@yandex.ru.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Head, Physics Dept., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-83-53. E-mail: phys_asau@rambler.ru.

Введение

Тепловой режим почв оказывает сильное влияние на интенсивность процессов почвообразования, формирование урожая сельскохозяйственных культур и продуктивность естественных фитоценозов [1]. В свою очередь, рост и развитие растений воздействуют на трансформацию лучистой энергии солнца и на потоки тепла, поступающие к поверхности почвы, на теплообмен в самой почве, формирование температурного профиля почвы и его изменения во времени [2].

Большое значение при исследовании температурного режима почвы имеют условия внешнего теплообмена, т.е. теплообмена в системе атмосфера-растение-почва [3].

Работы ряда исследователей показывают, что суточный ход температуры на разных глубинах мало зависит от классификационной принадлежности почв, но в большей степени – от состояния растительности и хода температуры воздуха.

Температура почвы существенно влияет на развитие корневой системы растений, а также сказывается на процессах жизнедеятельности микроорганизмов [4].

Известно, что характерной чертой поведения всех элементов теплового баланса является ярко выраженный суточный ход. Наибольшее влияние на периодичность термического режима и элементов теплового баланса оказывает метеорологический фактор. Увеличение облачности повышает ночные минимумы и снижает дневные максимумы. Только при ясной устойчивой погоде скачки в распределении элементов теплового баланса отсутствуют. Кроме того, во время ветра интенсивность теплоотдачи возрастает в арифметической прогрессии. В весенний и осенний периоды, особенно в дни со сплошной облачностью, не наблюдается температурных контрастов между затененной и незатененной почвой. Указанные факторы явля-

ются основным препятствием в объективной, сопоставимой оценке теплового баланса чернозема в период вегетации растений.

Результаты исследований

При исследовании температурного режима почвенного профиля под агроценозами на разных глубинах была поставлена **цель** – определение влажности, плотности, температуры и тепловых потоков в черноземе. Для этого решалась **задача** измерения температуры **методом полевого зонда и влажности с помощью термостата**. Исследования проводились на производственных участках Сибирской овощной опытной станции.

Известно, что на температуру почвы сильное влияние оказывает тип растительности. Биологические особенности бахчевых культур, следовательно, затенение поверхности почвы, поглощение и испарение влаги в пахотном слое определяют динамику прогревания почвенного профиля в течение вегетации. Результаты проведенных измерений представлены на рисунке 1.

Проведенные наблюдения показали, что наиболее существенные различия в температуре имели место на поверхности и в верхних слоях почвы. Суточное изменение температуры на поверхности почвы носит синусоидальный характер на всех исследуемых участках.

В пахотном слое происходил наиболее интенсивный теплообмен между почвой и приземным слоем воздуха. В пару температура поверхности почвы выше, а её максимум наблюдался между 12-14 ч дня и составлял 37,7°C. Наибольшая температура почвы под тыквой и кабачками в это же время была равна 30,8°C и 33,7°C соответственно.

При переходе к нижележащим горизонтам происходило постепенное выравнивание колебаний температуры почвы и уже на глубине 100 см практически исчезали. В то же

время почвенный профиль в пару прогревался сильнее.

Кроме этого, следует отметить, что температурная волна с глубиной запаздывала, чем глубже, тем сильнее на всех исследуемых участках. Так, максимальное значение температуры на поверхности почвы фиксировалось в 13:00 ч, а уже на глубине 10 см оно отмечалось в 16:00 ч по всем вариантам. Максимум температурной волны на глубине 20 см наблюдался в 19:00 ч. Минимальное значение температуры поверхности почвы было в утренние часы как в пару, так и под бахчевыми культурами.

Более полную картину влияния бахчевых культур на баланс почвенного тепла дают суммы температур в профиле почвы в течение суток [5]. Результаты таких наблюдений представлены на рисунке 1. На нем видно, что температурный профиль чернозема ярко выражен в течение всего периода наблюдения.

В 2006 г. достаточно высокие температуры отмечались на всех участках вплоть до самого августа, а в 2007 г., постепенно

нарастая в течение вегетации, сумма температур достигала максимальных значений 21 июля, а затем уменьшилась практически вдвое. Суммарные температуры почвы на разных глубинах в значительной степени связаны с погодными условиями по изучаемым периодам. Так, июнь 2006 г. был теплее среднегодовой нормы, а в 2007 г. наиболее теплым оказался июль, что отразилось на температурах почвы.

Анализируя полученные данные, можно утверждать, что интенсивнее всего прогревалась почва в пару. Так, в солнечную погоду на данном варианте суточная сумма температур составила 1316°С (27-28 июня 2006 г.), при этом различия между бахчевыми культурами и паром составляли 192-235°С. Высокие температуры воздуха в июле 2007 г. (21-22 июля) способствовали хорошему прогреванию почвенного профиля по всем вариантам. Под кабачками и тыквой суточная сумма температур составляла 1397°С.

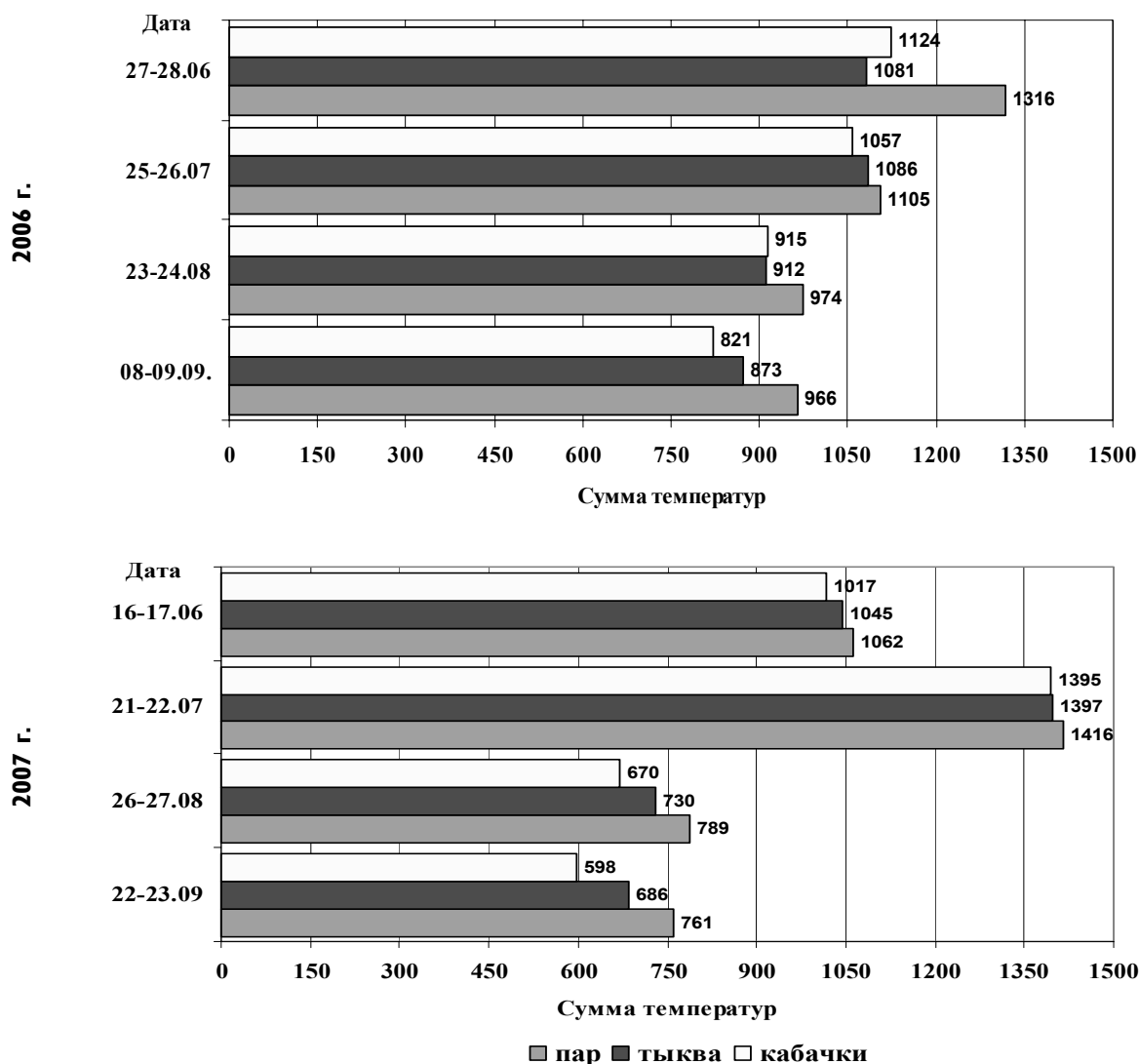


Рис. 1. Сумма суточных температур чернозема в слое 0-100 см

Переменная облачность в неустойчивую погоду привела к резкому уменьшению суммы суточных температур. Так было 23-24 августа 2006 г., а также 26-27 августа 2007 г., при этом различия между исследуемыми участками не превышали 120°C. Причем даже в периоды похолодания сумма суточных температур чернозема в пару была выше, чем на остальных участках.

Таким образом, чернозем выщелоченный в паровом поле сильнее прогревался, однако и физическое испарение с поверхности почвы в этом случае усиливалось, что, безусловно, препятствовало сохранению и экономному расходованию влаги, особенно во второй период вегетации. Загущенные посадки тыквы и кабачков уменьшали суточные колебания температур почвы и способствовали формированию более устойчивого температурного фона.

Наблюдения за температурой чернозема в метровом слое позволили создать модели температурных полей. В верхних слоях почвы ход температуры наиболее тесно связан с изменением метеорологических факторов. Наибольшие амплитуды колебаний в течение вегетации характерны для гумусово-аккумулятивного и переходного к иллювиальному горизонту. Нужно сказать, что прогревание почвы до благоприятных в биологическом отношении температур выше 15°C по метровому профилю чернозема происходило с конца июня – начала июля до середины августа.

При увеличении глубины распределение температуры становилось более упорядоченным. Температурный профиль постепенно формировался и преобразовывался в семейство парабол, вершина которых с глубиной становилась пологой. Следовательно, возбуждаемые тепловые волны в поверхностном слое почвы при колебании суточных и годовых температур в первом приближении можно считать гармоническими. Дело в том, что любое периодическое колебание можно представить в виде наложения гармонических колебаний кратных периодов. Колебания температуры почвы начинают возбуждаться на её поверхности и передаются внутрь, но их амплитуда постепенно уменьшается с глубиной.

На поверхности чернозема амплитуда температурной волны максимальна, а на глубине 100 см она уменьшается вдвое. При таком распределении температуры по почвенному профилю существенное значение имеют низкочастотные колебания. В наших наблюдениях эти колебания температуры имеют периоды, равные одному году или одним суткам. При этом следует отметить, что эти колебания, вызываемые нагреванием почвы днем и охлаждением ночью, затухают на метровой глубине. Годовые колебания

температуры почвенной толщи, связанные с нагреванием её летом и охлаждением зимой, выравниваются на глубине более 200 см. Начиная с 50 см и глубже температурная зависимость в течение года становится параболической без каких-либо искажений.

Расстояние между двумя точками параболы с одинаковой амплитудой при увеличении глубины возрастало и на глубине около 1 м достигало 0,5 года. Одновременно с увеличением глубины происходил сдвиг фаз (вершин парабол).

Для наиболее полной характеристики теплофизического состояния чернозема выщелоченного на вариантах опыта необходимо знание о величинах теплоточков. Известно, что теплообороты в основном зависят от амплитуды колебания температуры поверхности почвы как одного из производных параметров континентальности климата. Кроме того, теплообмен в почве определяется не только приходом солнечной радиации, но и вертикальными градиентами, влагозапасами, а также физическими свойствами почв [6-8].

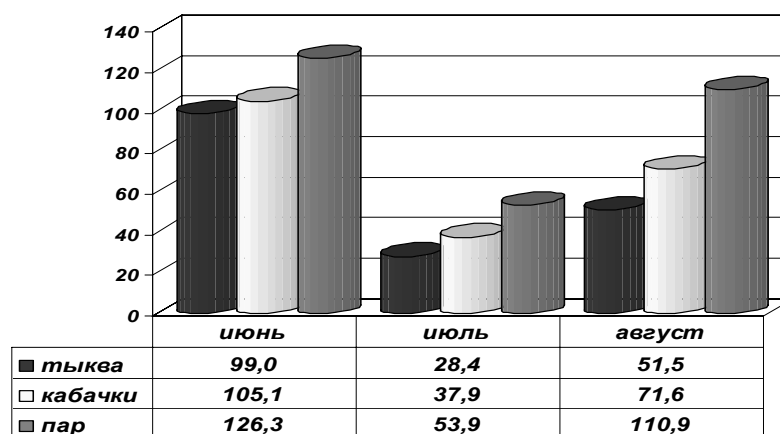
Нами рассчитаны теплоточки на основании данных об изменении температуры почвы в верхнем 20-сантиметровом слое и объемной теплоемкости чернозема. Определение тепловых потоков производилось в разных метеорологических условиях.

Согласно полученным данным, с 7:00 до 13:00 ч шло интенсивное поглощение солнечной радиации по всем исследуемым участкам. Причем, интенсивнее этот процесс происходил в паровом поле (110,8 Вт/м²). Начиная с 16:00 ч дня и до 7:00 ч утра наблюдался обратный поток тепла. Незатененный растениями чернозем, находящийся в пару, быстро терял тепло. Однако суммарное значение теплоточков за сутки на выбранных вариантах менялась незначительно. Разница между вариантами не превышала 19 Вт/м².

Изменения теплоточков в течение вегетации представлены на рисунке 2.

В пару теплоточки принимали несколько большие максимальные значения, а абсолютные различия между вариантами увеличивались. Так, наибольший теплоточок фиксировался в паром поле в июне 2006 г. и составлял 126,3 Вт/м², различия между бахчевыми культурами не превышали 7 Вт/м². В июле значение среднесуточного теплоточка пахотного слоя в пару уменьшилось на 57%, под кабачками – на 64, под тыквой – на 248%. Такое распределение явилось следствием невысоких температур (20,3°C) и наличием значительных атмосферных осадков (130 мм). В августе 2006 г. устойчивая ясная погода способствовала аккумуляции тепла на всех исследуемых вариантах.

2006 г.



2007 г.

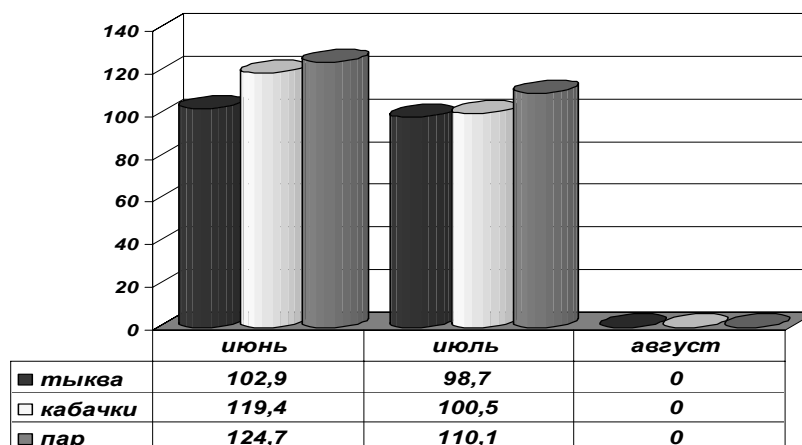


Рис. 2. Средние за сутки тепловые потоки (P , Вт/м²) в черноземе выщелоченном в различные сроки наблюдений

В 2007 г. характер распределения средних суточных тепловых потоков не изменился. Так, наиболее интенсивный теплообмен происходил в почвенном профиле чернозёма, находящегося под паром (124,7 Вт/м²). Неустойчивые метеорологические условия практически нивелировали различия между вариантами (тыква и кабачки) в июле. Здесь тепловый поток был равен 98,7 и 100,5 Вт/м² соответственно. Во время периодов охлаждения летом растительность уменьшала интенсивность турбулентного теплообмена между почвой и атмосферой.

Выводы

Итак, чернозем в паровом поле прогревался сильнее, но физическое испарение влаги с его поверхности усиливалось, что препятствовало сохранению и экономному расходованию влаги, особенно во второй половине вегетации. Загущенные посадки тыквы и кабачков уменьшали суточные колебания температур почвы и способствовали формированию более устойчивого температурного фона.

Характер распределения средних суточных потоков тепла за годы исследований сохранялся. Наиболее интенсивный теплообмен происходил в почвенном профиле чернозема, находящегося под паром. Неустойчивые

метеорологические условия нивелировались овощными культурами. Во время периодов охлаждения в течение вегетации растительность также уменьшала интенсивность турбулентного теплообмена между почвой и атмосферой.

Библиографический список

1. Воронин А.Д. Структурно-функциональная гидрофизика почв. – М., Наука, 1084. – 203 с.
2. Панфилов В.П., Макарычев С.В., Лукин А.И. Теплофизические свойства и режимы черноземов Приобья. – Новосибирск: Наука, 1981. – 118 с.
3. Куликов А.М., Панфилов В.П., Дугаров В.И. Физические свойства режимы лугово-черноземных мерзлотных почв Бурятии. – Новосибирск: Наука СО, 1986. – 136 с.
4. Макарычев С.В., Мазиров М.А. Теплофизика почв: методы и свойства. – Суздаль, 1996. – Т. 1. – 232 с.
5. Бондаренко Н.Ф. Физические основы мелиорации почв. – Л.: Колос, 1975. – 258 с.
6. Макарычев С.В., Величкина С.В. Формирование режима тепла и влаги в черноземах Приобья при различных способах обработки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2003. – № 4 (12). – С. 16-21.

7. Мартыанова Г.Н. Некоторые особенности теплового режима почв Онон-Аргунской степи // Климат почвы: докл. совещ. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – С. 103-109.

8. Воронина Л.В. Роль теплового баланса в формировании климата почв // Почвенная климатология Сибири. – Новосибирск: Наука, 1973. – С. 64-84.

References

1. Voronin A.D. Strukturno-funktsional'naya gidrofizika pochv. – M., Nauka, 1084. – 203 s.

2. Panfilov V.P., Makarychev S.V., Lunin A.I. Teplofizicheskie svoystva i rezhimy chernozemov Priob'ya. – Novosibirsk: Nauka, 1981. – 118 s.

3. Kulikov A.M., Panfilov V.P., Dugarov V.I. Fizicheskie svoystva rezhimy lugovo-chernozemnykh merzlotnykh pochv Buryatii. – Novosibirsk: Nauka SO, 1986. – 136 s.

4. Makarychev S.V., Mazirov M.A. Teplofizika pochv: metody i svoystva. – Suzdal', 1996. – T. 1. – 232 s.

5. Bondarenko N.F. Fizicheskie osnovy melioratsii pochv. – L.: Kolos, 1975. – 258 s.

6. Makarychev S.V., Velichkina S.V. Formirovanie rezhima tepla i vlagi v chernozemakh Priob'ya pri razlichnykh sposobakh obrabotki // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2003. – № 4 (12). – S. 16-21.

7. Mart'yanova G.N. Nekotorye osobennosti teplovogo rezhima pochv Онон-Аргунской степи // Климат почвы: докл. совещ. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – С. 103-109.

8. Voronina L.V. Rol' teplovogo balansa v formirovanii klimata pochv // Pochvennaya klimatologiya Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 1973. – С. 64-84.



УДК 631.423.2:631.425.6:633.11

С.Ю. Капустянчик, Н.И. Добротворская
S.Yu. Kapustyanchik, N.I. Dobrotvorskaya

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ПОЧВ В ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ

THE FEATURES OF SOIL HYDROTHERMAL CONDITIONS IN THE FOREST-STEPPE OF THE PRIOBYE (THE OB RIVER AREA) OF THE NOVOSIBIRSK REGION

Ключевые слова: лесостепь Приобья, элемент рельефа, плакорные земли, микрозападины, гидротермические условия, продуктивная влага, температура почвы, яровая пшеница, урожайность.

Сложность физико-географических условий, неоднородность почвенного покрова обуславливают большую пестроту в распределении влаги и тепла в пределах местного ландшафта. Поэтому целью исследований явилась оценка закономерности распределения гидротермических условий на разных элементах рельефа (плакор, микрозападина) в лесостепи Новосибирского Приобья. Исследования проводились в 2010-2012 гг. Объект исследований расположен в Новосибирской области. Почвенный покров представлен почвами, относящимися к трем классификационным типам: черноземам, серым лесным и серым лесным глеевым. Микрорельеф исследуемого участка характеризуется микрозападинами различных размеров. Дана оценка влагообеспеченности и температуры почв за вегетационный период развития яровой пшеницы на разных элементах рельефа (плакор, микрозападина). Установлено влияние гидротермических условий сельскохозяйственных земель на урожайность и качество зерна яровой пшеницы. В фазу всходов запасы продуктивной влаги в микрозападине высокие – 217 мм с уменьшением до 81 мм к фазе восковой спелости в умеренно дефицитные годы. Наиболее оптимальные условия увлажнения скла-

дываются на плакоре – на протяжении периода вегетации запасы влаги от 134 мм снижаются до 32 мм. Плакор характеризуется наиболее стабильным температурным режимом в течение вегетационного периода. За весь вегетационный период отставание низин в наборе тепла от плакора составляет около 12%. Неоднородность агроэкологических условий изучаемой территории обуславливает неоднородность агроценоза яровой пшеницы по урожайности и качеству зерна. В увлажненные годы различия в урожайности на разных элементах рельефа незначительные. В дефицитные годы в микрозападинах формируется наиболее высокая урожайность яровой пшеницы, но при этом качество зерна по содержанию клейковины хуже, чем на плакоре на 1-2 класса.

Keywords: forest-steppe of the Priobye (the Ob River area), relief feature, upland (plakor) soils, micro-pits, hydrothermal conditions, available moisture, soil temperature, spring wheat, crop yielding capacity.

The complexity of physical-geographical conditions and the heterogeneity of soil cover cause a great diversity in the distribution of moisture and heat within the local landscape. The research goal was to reveal the patterns of the distribution of hydrothermal conditions in different relief features (upland (plakor) soils and micro-pits) in the forest-steppe of the Novosibirsk Priobye. The research was