

7. Мартыянова 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. – Т. 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). – С. 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

conducted in 2010 through 2012. The soil cover is represented by the soils belonging to three classification types: chernozems, gray forest soils and gray forest gleys. The micro-relief of the plot under study is represented by micro-pits of different size. The available soil moisture and soil temperature were revealed for spring wheat growing season in different relief features (upland (plakor) soils and micro-pits). The available moisture supply in the micro-pits made 217 mm at the seedling stage, and decreased to 81 mm at wax-ripe stage. The most optimal mois-

ture conditions are formed in the upland (plakor) soils; the available moisture supply during the growing season is reduced from 134 mm to 32 mm in 1 m soil layer. The upland (plakor) soils reveal the most stable temperature regime during the growing season. During the growing season the micro-pits warm-up less than the upland soils by 12%. The difference of the yield in various relief features is insignificant in wet years. In dry seasons a greater spring wheat yield is formed in the micro-pits, however the gluten content is lower by 1-2 quality classes.

Капустянчик Светлана Юрьевна, к.б.н., с.н.с., Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, Новосибирская обл. E-mail: kapustjanchiksv@mail.ru.

Добротворская Надежда Ивановна, д.с.-х.н., зав. лаб. рационального землепользования, Сибирский НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства, Новосибирская обл. E-mail: dobrotvorskaya@mail.ru.

Kapustyanchik Svetlana Yuryevna, Cand. Bio. Sci., Senior Staff Scientist, Siberian Research Institute of Arable Farming and Agriculture Chemization, Novosibirsk Region. E-mail: kapustjanchiksv@mail.ru.

Dobrotvorskaya Nadezhda Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Head, Lab. of Rational Land Management, Siberian Research Institute of Arable Farming and Agriculture Chemization, Novosibirsk Region. E-mail: dobrotvorskaya@mail.ru.

Введение

Сложность физико-географических условий, неоднородность почвенного покрова обуславливают большую пестроту в распределении влаги и тепла в пределах местного ландшафта. На территории Западной Сибири вопросы тепло- и влагообеспеченности почв занимались К.П. Горшенин [1], А.П. Сляднев [2], Л.В. Воронина [3]. Среди зарубежных работ по изучению гидротермических режимов почв известны работы Р. Camillo [4], М. Tejedor [5], R. Schaetzel [6] и др.

Характерной особенностью климата Новосибирского Приобья является временная и пространственная неравномерность распределения гидротермических условий, обусловленная континентальным расположением территории и обилием микропонижений в почвенном покрове. Поэтому **целью** исследований явилась оценка закономерности распределения гидротермических условий на разных элементах рельефа (плакор, микрозападина) в лесостепи Новосибирского Приобья. В соответствии с целью были поставлены следующие **задачи** – выявить закономерности дифференциации гидротермических условий и оценить урожайность и качество зерна по элементам рельефа местности.

Объект и методы исследования

Исследования проводились в Приобском центральном районе в 2010-2012 гг. на территории площадью 40 га. Место исследования – опытное поле ФГБНУ «СибНИИЗиХ» в Новосибирской области. В составе почвенного покрова изучаемого агроландшафта преобладают черноземы выщелоченные среднеспелые с небольшим участием темно-серых лесных и темно-серых лесных слабобуглеватых почв, приуроченных к мелким западинам просадочного генезиса.

Исследуемый участок имеет множество мелких западин и ложбин – 19,1% от данной площади. Конфигурация участка осложнена наличием лесных колков, что приводит к увеличению технологических затрат, связанных с траекторией движения сельскохозяйственной техники. Исследования проводили на плакорном повышенном участке, используемом в качестве эталона, и в расположенной рядом микрозападине площадью 0,3 га, с глубиной в центре около 1,5 м и крутизной бортов 2-3°. Площадь делянок в микрозападине варьирует от 197 до 290,5 м², на плакоре площадь каждой делянки 70 м². Выращиваемая культура: яровая пшеница сорта Новосибирская 29. Основная обработка почвы – безотвальное рыхление на глубину 22 см. Технология возделывания – общепринятая для зоны исследований. Повторность опыта 3-кратная на плакоре, 4-кратная – в микрозападине.

Наблюдаемые параметры – среднесуточная температура почвы на глубине 5, 10, 15, 20 см; запасы продуктивной влаги в течение вегетационного периода на глубине 0-100 см; урожайность и качество зерна яровой пшеницы.

Температура почвы измерялась электронными датчиками марки DS 1921 на протяжении вегетационного периода культуры с интервалом три часа. Запасы продуктивной влаги отслеживались по фазам развития культуры (всходы – кущение – колошение – восковая спелость) в метровом слое почвы полойкой через каждые 10 см. Для оценки запасов продуктивной влаги в почве использовался термостатно-весовой метод. Учет урожайности осуществлялся методом парцелл в 15-кратной повторности на плакоре и 40-кратной – в микрозападине. Качество зерна определялось по содержанию клейковины в зерне методом отмывания клейковины

из теста (ГОСТ 13586.1-68 Зерно. Методы определения количества и качества клейковины в пшенице).

Результаты исследований и их обсуждение

Погодные условия. Данные метеостанции «Огурцово» по некоторым агрометеорологическим параметрам за годы проведения исследований приведены в таблице 1.

Представленные данные по температуре воздуха и осадкам за период исследований позволяют выделить умереннодефицитные годы (2010, 2011) с суммой осадков 136-157,1 мм и остродефицитный год (2012) с суммой осадков 108,3 мм за вегетационный период.

Оценка запасов продуктивной влаги в почвах. Увлажненность является фактором, лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур. Весеннее оттаивание и влажность почвы на полях на разных элементах рельефа неравномерные, что влияет на сроки проведения весенних полевых работ. На плакоре в годы исследований почва достигала физической спелости с влажностью в этот момент 30% на 11-13 дней раньше, чем в микрозападине.

В период всходов оптимальные запасы почвенной влаги в пахотном слое не должны быть менее 10 мм [8, 9]. За годы исследований запасы продуктивной влаги в пахотном

слое почвы (0-20 см) в фазу всходов составили: на плакоре – 36 мм, в микрозападине – 48 мм. К фазе колошения на плакоре растения испытывают недостаток влаги в почве, тогда как в микрозападине даже к концу вегетационного периода запасы влаги еще достаточны (табл. 2).

В остродефицитном 2012 г. к фазе кущения заметно уменьшение запасов влаги на плакоре. К фазе колошения наблюдается иссушение метрового слоя почвы. В микрозападине условия влагообеспеченности более благоприятные, хотя и здесь в фазу колошения происходит значительное уменьшение запасов продуктивной влаги. Таким образом, микрозападина имеет высокие запасы продуктивной влаги по сравнению с плакором на протяжении всего вегетационного периода.

Сравнительная характеристика температурного режима почв. В конце мая – начале июня, когда еще не сформировался растительный покров, на растения влияют перепады суточных температур (табл. 3).

В микрозападине даже в начале лета контрастность температурных условий меньше по сравнению с плакором. К фазе кущения в слое почвы 0-20 см различия температуры между элементами рельефа незначительные, абсолютные значения на плакоре 20,8°С, в микрозападине – 20,5°С.

Таблица 1

Гидротермические параметры территории за годы исследований

Год	$\Sigma T > 0^{\circ}\text{C}$	$\Sigma t_{05-08} > 10^{\circ}\text{C}$	ΣO_{05-08}	ΣO_{09-08}	$K_{у\text{год}}$	Тип увлажнения
2010	2253	1677	136	378	0,95	Умереннодефицитный
2011	2589	1856	157	388	0,85	Умереннодефицитный
2012	2712	2099	108	235	0,49	Остродефицитный

Примечание. $\Sigma T > 0^{\circ}\text{C}$ – годовая сумма температур выше 0°С; $\Sigma t_{05-08} > 10^{\circ}\text{C}$ – сумма температур выше 10°С за период май-август; O_{05-08} , O_{09-08} – сумма осадков за соответствующие месяцы, мм; $K_{у}$ – коэффициент увлажнения с коэффициентом испаряемости 0,177 (по Понько В.А. Адаптивно-ландшафтные..., 2002) [7].

Таблица 2

Динамика запасов продуктивной влаги в слое почвы 0-100 см

Плакор				Микрозападина			
всходы	кущение	колошение	восковая спелость	всходы	кущение	колошение	восковая спелость
Умереннодефицитный (2010) год							
151	115	75	24	234	228	180	69
Умереннодефицитный (2011) год							
117	45	67	40	201	136	191	94
Остродефицитный (2012) год							
82	60	14	20	189	168	63	35

Таблица 3

Среднесуточная амплитуда колебаний температуры почвы на глубине 5 см за период посев-всходы, °С

Элемент рельефа	Умеренно дефицитный год			Остродефицитный год		
	в 3:00 ч	в 15:00 ч	амплитуда колебаний температуры, °С	в 3:00 ч	в 15:00 ч	амплитуда колебаний температуры, °С
Плакор	12,1	18,7	6,6	12,3	25,1	12,8
Микрозападина	11,9	17,2	5,3	11,9	21,3	9,4

В остродефицитном 2012 г. к фазе кущения почва на плакоре прогрелась до 22,3°C, в микрозападине – до 20,3°C. Начиная с фазы кущения, происходит значительное отставание прогрева почвы в микрозападине. В типичные годы различия среднесуточной температуры почвы по элементам рельефа к фазе колошения уже достигают 1,6°C. Температура почвы в слое 0-20 см на плакоре практически не изменилась – 19,6°C, в микрозападине она составила 18,0°C. К началу восковой спелости почвенная температура в микрозападине отстает от таковой на плакоре на 1,8° С. В засушливом 2012 г. до конца вегетационного периода продолжалось нарастание среднесуточных температур почвы, на плакоре в фазе восковой спелости они достигают 25,4°C. В микрозападине наблюдается более стабильный температурный режим – на уровне 20-22°C. Таким образом, микрозападины характеризуются более умеренным температурным режимом по сравнению с плакором.

Урожайность яровой пшеницы. Различия гидротермических условий для зерновых как по годам, так и по элементам рельефа обусловили различия в урожайности яровой пшеницы (табл. 4).

Таблица 4

Урожайность яровой пшеницы в зависимости от местоположения, т/га

Элемент рельефа	Годы исследований		
	2010	2011	2012
Плакор	2,67	1,87	0,88
Микрозападина	2,58	2,14*	1,31*
НСР ₀₅	0,57	0,22	0,16

Примечание. *Разница превышает НСР₀₅.

В 2010 г. наблюдалась большая пестрота данных по урожайности внутри повторностей. По результатам статистического анализа коэффициент вариации составляет 25% на плакоре и 29,5% в микрозападине. В связи с этим различия в урожайности по элементам рельефа несущественны [10]. В 2011 и 2012 гг. урожайность яровой пшеницы в микрозападине существенно выше, чем на плакоре. В дефицитные годы наблюдается увеличение урожайности в пониженных элементах рельефа, связанное с достаточным увлажнением микрозападин на протяжении всего периода вегетации зерновых культур.

Технологические показатели качества зерна. Особое значение в оценке качества зерна пшеницы имеют признаки, определяющие их мукомольные и хлебопекарные свойства. Чем больше в пшеничном зерне клейковины и чем лучше она по своим физическим свойствам, тем выше технологические хлебопекарные достоинства выработанной из него муки. Биохимический состав зерна пшеницы является результатом взаимо-

действия целого комплекса внешних условий, к которым, в первую очередь, относятся и гидротермические [11]. Изменение содержания клейковины в зерне связано также и с элементами рельефа [12, 13]. При статистической обработке полученных данных было выявлено влияние элементов рельефа, следовательно, и гидротермических условий на содержание клейковины в зерне (табл. 5).

Таблица 5

Содержание и качество клейковины в зерне

Элементы рельефа	Содержание клейковины в зерне, %	Класс	Качество клейковины по ИДК, группа
Плакор	28	2	I
Микрозападина	23*	3	II
НСР ₀₅	4		

Примечание. *Разница превышает НСР₀₅.

На плакоре формируется зерно с максимальным значением содержания клейковины по отношению к микрозападине. В микрозападине качество зерна хуже – зерно относится к третьему классу. Таким образом, неоднородность гидротермических условий изучаемой территории обуславливает неоднородность агроценоза яровой пшеницы по качеству зерна.

Выводы

1. Переувлажненное состояние почвы в весенний период в микрозападине влияет на качество обработки почвы на поле в целом: микрозападины не будут засеяны культурой при раннем начале полевых работ или произойдет задержка начала полевых работ, если поле характеризуется большим количеством микрозападин.

2. Гидротермический режим почв на территории Новосибирского Приобья характеризуется следующими особенностями: микрозападины имеют высокий запас влаги и отстают в прогреве почвы от окружающих массивов на протяжении всего вегетационного периода. В умеренно дефицитные годы на плакоре складывается наиболее оптимальный температурный и влажностный режим почв для зерновых культур. Гидротермические условия на плакоре в остродефицитные годы являются неблагоприятными для развития культур и получения высоких урожаев.

3. В микрозападинах формируется наиболее высокая урожайность яровой пшеницы, особенно в остродефицитные годы, но при этом качество зерна по содержанию клейковины хуже, чем на плакоре на 1-2 класса.

Различия гидротермических условий исследуемой территории весьма существенны с точки зрения проектирования систем земледелия. Они обуславливают необходимость дифференциации территории как по характеру использования земель, так и по технологическим приемам возделывания культур.

Библиографический список

1. Горшенин К.П. География почв Сибири. – Омск, 1939. – 126 с.
2. Сляднев А.П. Цикличные изменения агроклиматических условий в южных широтах Западной Сибири и продуктивность зерновых культур // Природные ресурсы Сибири. – Новосибирск: Наука, 1976. – С. 153-168.
3. Воронина Л.В. Эколого-географические особенности теплового режима засоленных почв. – Новосибирск: СГГА, 2006. – С. 76-81.
4. Camillo P. Estimating soil surface temperatures from profile temperature and flux measurements // Soil Science. – 1989. – Vol. 148. – P. 233-243.
5. Tejedor M., Jimenez C.C., Diaz F. Soil Moisture Regime Changes in Tephra-Mulched Soils // Soil Science Society of America Journal. – 2002. – Vol. 66 (1). – P. 202-206.
6. Schaetzel R.J., Knapp B.D., Isard S.A. Modeling Soil Temperatures and the Mesic-Frigid Boundary in the Central Great Lakes Region, 1951-2000 // Soil Science Society of America Journal. – 2005. – Vol. 69 (6). – P. 2033-2040.
7. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия Новосибирской области / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим. – Новосибирск, 2002. – 388 с.
8. Агротехнологии возделывания и сорта озимых зерновых культур в Республике Татарстан, Казань 2013. http://agro.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_191667.doc Дата доступа: 23 июля 2014 г.
9. Шульгин А.М. Климат почвы и его регулирование – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 341 с.
10. Капустянчик С.Ю., Добротворская Н.И. Микроклимат почв и урожайность яровой пшеницы в плакорном микрозападном агроландшафте // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. – № 2 (88). – С. 32-35.
11. Дубовик Д.В. Агроэкологическое обоснование приемов повышения урожая и качества зерна озимой пшеницы на склоновых землях Центрального Черноземья: дис. ... докт. с.-х. наук: 06.01.01. – Курск, 2007. – 326 с.
12. Ермаков В.В., Дубовик Д.В. Влияние предшественников и рельефа местности на качество зерна озимой пшеницы // Земледелие. – 2005. – № 3. – С. 24-25.
13. Ермаков В.В., Дубовик Д.В. Качество зерна озимой пшеницы в зависимости от почвозащитных приемов и рельефа // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2005. – № 3. – С. 47-51.

References

1. Gorshenin K.P. Geografiya pochv Sibiri. – Omsk, 1939. – 126 s.
2. Slyadnev A.P. Tsiklichnye izmeneniya agroklimaticheskikh uslovii v yuzhnykh shirotakh Zapadnoi Sibiri i produktivnost' zernovykh kul'tur // Prirodnye resursy Sibiri. – Novosibirsk, Nauka, 1976. – S. 153-168.
3. Voronina L.V. Ekologo-geograficheskie osobennosti teplovogo rezhima zasolennykh pochv. – Novosibirsk: SGGGA, 2006. – S. 76-81.
4. Camillo P. Estimating soil surface temperatures from profile temperature and flux measurements // Soil Science. – 1989. – Vol. 148. – P. 233-243.
5. Tejedor M., Jimenez C.C., Diaz F. Soil Moisture Regime Changes in Tephra-Mulched Soils // Soil Science Society of America Journal. – 2002. – Vol. 66 (1). – P. 202-206.
6. Schaetzel R.J., Knapp B.D., Isard S.A. Modeling Soil Temperatures and the Mesic-Frigid Boundary in the Central Great Lakes Region, 1951-2000 // Soil Science Society of America Journal. – 2005. – Vol. 69 (6). – P. 2033-2040.
7. Adaptivno-landshaftnye sistemy zemledeliya Novosibirskoi oblasti / RASKhN. Sib. otd-nie. SibNIIZKhim. – Novosibirsk, 2002. – 388 s.
8. Agrotekhnologii vzdelyvaniya i sorta ozimyykh zernovykh kul'tur v Respublike Tatarstan, Kazan' 2013. http://agro.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_191667.doc. Data obrashcheniya: 23 iyulya 2014 g.
9. Shul'gin A.M. Klimat pochvy i ego regulirovanie – L.: Gidrometeoizdat, 1972. – 341 s.
10. Kapustyanchik S.Yu., Dobrotvorskaya N.I. Mikroklimat pochv i urozhainost' yarovoi pshenitsy v plakornom mikrozapadinnom agrolandshafte // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2012. – № 2 (88). – S. 32-35.
11. Dubovik D.V. Agroekologicheskoe obosnovanie priemov povysheniya urozhaya i kachestva zerna ozimoi pshenitsy na sklonovykh zemlyakh Tsentral'nogo Chernozem'ya: dis. ... d-ra s.-kh. nauk: 06.01.01 – Kursk, 2007. – 326 s.
12. Ermakov V.V., Dubovik D.V. Vliyanie predshestvennikov i rel'efa mestnosti na kachestvo zerna ozimoi pshenitsy // Zemledelie. – 2005. – № 3. – S. 24-25.
13. Ermakov V.V., Dubovik D.V. Kachestvo zerna ozimoi pshenitsy v zavisimosti ot pochvozashchitnykh priemov i rel'efa // Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal. – 2005. – № 3. – S. 47-51.

