

АГРОЭКОЛОГИЯ

УДК 631.436

СВ. Макарычев

ОСОБЕННОСТИ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА И ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЧЕРНОЗЕМОВ ПРИОБЬЯ

Температурный режим почвы формируется под воздействием атмосферного климата и ее теплофизических характеристик, которые во взаимодействии с механическими и водно-физическими свойствами определяют интенсивность процессов теплопередачи и теплоаккумуляции в генетических горизонтах.

С целью выявления сезонной динамики теплофизических коэффициентов и формирования температурного режима в черноземах Алтайского Приобья в зависимости от погодных условий, режима почвенной влажности и характера агрофона нами в 2001-2003 гг. проводились исследования на полях, находящихся в пару, под озимой рожью, яровой пшеницей и под некоторыми другими культурами.

Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что динамика теплофизических коэффициентов генетических горизонтов чернозема в основном подчинена сезонной динамике их влажности. Вместе с тем в течение вегетационного периода на агрофонах, занятых растениями, хорошо прослеживается опосредованное

через почвенную влажность влияние вида сельскохозяйственных культур на динамику теплофизических коэффициентов почвы.

В 2001 г. июнь характеризовался малым количеством осадков, поэтому в начале июля складывалась напряженная ситуация, когда 50-сантиметровый слой почвы под рожью содержал только 31,8 мм влаги, а в верхнем 20-сантиметровом слое — всего 14,3 мм. За счет физического испарения влагосодержание гумусового горизонта в пару было еще ниже, хотя деятельный метровый слой здесь накопил 76,2 мм влаги по сравнению с 51,9 мм под рожью. Во второй декаде июля 2001 г. прошли дожди, что привело к росту влажности во всем почвенном профиле. При этом к 23 июля пар накопил 104,0 мм влаги по сравнению с 76,0 мм в почве под рожью.

Лето 2002 г. выдалось достаточно влажным, при этом осадки выпадали равномерно и роль пара, как накопителя влаги оказалась малозаметной. Но в засушливый 2003 г. эта роль проявилась в полной мере в течение всего вегетаци-

онного периода. При этом в 50-сантиметровом слое на паровом поле влагосодержание в июне превышало количество влаги под рожью на 32%, в июле - на 24%, а в сентябре - на 7%.

Отсутствие осадков и высокая температура воздуха способствовали иссушению пахотного слоя, особенно в паровом поле. В то же время затенение поверхности почвы растениями снизило ее температуру и, как следствие, физическое испарение. Это наиболее заметно под горохом, где влажность верхнего 30-сантиметрового слоя в самом начале июля оказалась максимальной. Тем не менее нижележащие горизонты в пару увлажнены сильнее. Осадки привели к выравниванию степени увлажнения чернозема в пахотном слое в третьей декаде июля, но более глубокие слои почвы в пару содержали влаги больше, особенно по сравнению со злаковыми культурами.

Послойное знание влажности и плотности чернозема дало возможность изучить сезонные изменения коэффициентов теплоаккумуляции и теплопередачи в пахотном горизонте черноземов выщелоченных на ряде агрофонов.

Так, в июле 2001 г. теплоемкость в пару оказалась ниже, чем под рожью. Во второй половине вегетационного периода в 2002 г. наблюдалась иная картина, когда объемная теплоемкость на глубине 10-30 см была на 30% больше, чем под рожью. Аналогичная картина, за некоторым исключением, характерна и для 2003 г. Следует отметить также, что теплоемкость с глубиной возрастала на всех агрофонах. Так, в начале июля 2001 г. в слое 0-10 см под рожью она составляла $0,864 \cdot 10^6$ Дж/(м³ПК), а на 30-сантиметровой глубине - уже $1,474 \cdot 10^6$ Дж/(м³ПК). Аналогичные изменения отмечены и в пару для всего срока наблюдений.

Особых различий в температуропроводности пахотного слоя чернозема на различных агрофонах не отмечено.

В первой декаде июля 2001 г. минимальной теплопроводностью характеризовался профиль чернозема в паровом поле до глубины 55 см. Под пшеницей теплопроводность была максимальной в силу повышенной здесь влажности почвы, а под рожью и горохом оказалась ниже, но практически равной по своим

значениям. Наибольшие отличия в теплопроводности чернозема на разных агрофонах были зафиксированы на глубине 20-25 см и составили около 50% при сравнении двух агрофонов: пар-пшеница. На глубине 55 см теплопроводность почвы на изученных вариантах оказалась одинаковой и составила 0,55 Вт/(м·К). Характер изменения теплопроводности с глубиной в третьей декаде июля сохранился, но минимальной она оказалась в почве под горохом, а наибольшей под пшеницей. При этом максимальные различия сохранились на той же глубине, но составили уже 25% между паром и пшеницей. Выравнивание теплопроводности на агрофонах произошло в этот период также на 55-сантиметровой глубине. К концу июля наблюдалось уменьшение теплопроводности на всех вариантах во всей почвенной толще. Например, если в начале июля под рожью в слое 0-10 см она была равна 0,78 Вт/(м К), то в конце июля 2001 г. снизилась до 0,72 Вт/(м К).

Максимальные различия в коэффициентах теплоаккумуляции летом 2002 г. характерны для пахотного слоя 0-30 см. При этом в начале вегетации теплоемкость максимальна под пшеницей и минимальна под рожью, что обусловлено меньшим влагосодержанием в почве под озимой рожью за счет более интенсивной транспирации. В конце лета теплоемкость чернозема в пару стала наибольшей, чему способствовала роль пара как влагонакопителя, а под рожью осталась наименьшей.

На 50-сантиметровой глубине значения объемной теплоемкости на изученных агрофонах составили летом 2002 г. в среднем $2,204 \cdot 10^6$ Дж/(м·К).

На теплоусвояемость почвы влияют, прежде всего, климатические условия того или иного года наблюдений, поэтому вследствие отсутствия осадков в иссушенных горизонтах теплоусвояемость снижалась, а при выпадении возрастала. На глубине 10-30 см этот коэффициент в пару, как правило, выше, чем под рожью. Но когда физическое испарение при высокой температуре воздуха значительно, имела место обратная тенденция.

Наибольшим изменениям по глубине подвержена теплоусвояемость чернозема летом 2001 г. под пшеницей. Так,

на глубине 20-25 см она максимальна, а на 55 см оказалась наименьшей, что, по-видимому, определялось физиологическими особенностями пшеницы: более сильным иссушением там, где формировалась основная масса корней.

Под рожью, горохом и в пару характер изменения теплоусвояемости практически одинаков: с поверхности до глубины 25 см она увеличивалась, а глубже переставала изменяться, т.е. стремилась к «насыщению».

Известно, что за весенний период 2003 г. выпало 33,8 мм осадков. Поэтому в июне влажность под сельскохозяйственными культурами оказалась достаточно близкой по своим значениям к ВРК. В пару увлажнение достигло НВ. Такой характер увлажнения легкосуглинистого профиля чернозема обеспечил высокие значения теплофизических коэффициентов. Это способствовало, при хорошо выраженной неизотермичности почвенного профиля, с одной стороны, быстрому прогреванию верхних слоев почвы, с другой — интенсивному накоплению тепла и последующему распределению его в нижние горизонты чернозема.

В дальнейшем по мере снижения влажности почвы под влиянием десукции и физического испарения, а также выпадения осадков теплофизические коэффициенты почвы, соответственно, уменьшались или увеличивались. В этом отношении исследуемые агрофоны имели свои особенности. Так, в лишенной растительного покрова парующейся почве наиболее резкие колебания влажности и теплофизических коэффициентов наблюдались только в верхнем пахотном слое, который в периоды отсутствия или выпадения осадков подвергался, соответственно, наибольшему иссушению или увлажнению.

Влажность нижележащих слоев почвы на пару в течение всего вегетационного периода оставалась практически неизменной и повышенной по сравнению с другими агрофонами, что обусловило малую динамичность и более высокие значения коэффициентов аккумуляции и передачи тепла в почве.

В отличие от парующейся почвы под рожью и просом (в меньшей степени под многолетними травами) вся почвенная толща до глубины 60 см подвергалась

десуктивному и физическому иссушению. В июле это особенно четко прослеживалось под рожью, интенсивно расходующей почвенную влагу, поэтому профиль почвы здесь оказался менее влажным. Это отразилось и на теплофизических показателях, которые под рожью приобрели наименьшие значения. Аналогичная картина наблюдалась и под просом при несколько повышенных значениях влажности и теплофизических коэффициентов. После уборки зерновых и выпавших осадков в сентябре влажность на участках, занятых ранее рожью и просом, в пахотном слое резко возросла, в то время как под многолетними травами процесс десукции продолжался.

Вместе с тем имела место резко выраженная в течение всего вегетационного периода дифференциация профиля исследованных черноземов по теплофизическим свойствам. Это обусловлено не только разной увлажненностью генетических горизонтов, но и различиями в их механических и водно-физических свойствах. При этом сохранялась одна и та же закономерность: в направлении от верхних к нижним горизонтам почвенного профиля температуропроводность почвы уменьшалась, а теплоемкость увеличивалась.

Из анализа динамики почвенной влажности и теплофизических коэффициентов на разных агрофонах можно заключить, что наиболее высокие и мало меняющиеся в течение вегетационного периода значения тепло- и температуропроводности, а также теплоемкости и теплоусвояемости почвы складывались в профиле чернозема под чистым паром, где создавались условия длительного увлажнения в пределах НВ-ВРК и аэрации, превышающей 20% от объема почвы, благоприятствующие проявлению контактной и пародиффузионной теплопередачи. Этому способствовала и резко выраженная в пару неизотермичность почвенного профиля, поэтому здесь формировался температурный режим, характеризующийся наибольшим теплообменом, теплоаккумуляцией и наиболее интенсивным, глубоким прогреванием почвенной толщи.

Следует отметить, что данные по режиму почвенной влажности в летний период свидетельствуют о слабой гид-

рологической роли чистого пара как влагонакопителя на выщелоченных черноземах Алтайского Приобья.

Результаты теплофизических исследований указывают также на высокую тепломелиоративную роль пара, следствием чего является активизация биологических процессов в парующейся почве и обогащение ее питательными элементами, особенно азотом. Так, температура поверхности почвы 2-3 июня 2001 г. в пару на 7-10°C выше, чем под сельскохозяйственными растениями. В ночное время эта разность сокращалась до 4-5°C. На глубине 10 см амплитуда температурных колебаний значительно слабее, но в пару оставалась повышенной по сравнению с почвой, покрытой растениями. Кроме того, можно отметить, что температурные максимумы и минимумы с глубиной смещались вправо, т.е. запаздывали во времени на 2-3 часа. Различия в температурном режиме почвы под агроценозами ночью выражены слабее.

В конце июля характер температурного режима в черноземах сохранялся. Амплитуда температурных колебаний на поверхности почвы в пару в это время составляла 21°C, под озимой рожью - 11°C, под пшеницей и горохом 8...9°C. На глубине 10 см она, соответственно, уменьшалась до 4°C в пару и до 2...3°C под агроценозами. Аналогично формировались температурные режимы и в 2002-2003 гг.

Знание теплофизических коэффициентов и динамики температурных режимов в профиле чернозема позволило рассчитать тепловые потоки в верхнем 20-сантиметровом пахотном слое почвы за все время наблюдений.

При этом суточные тепловые потоки как в первой, так и в третьей декадах июля 2001 г. в паровом поле максимальны и достигли, соответственно, 56,3 и 81,1 Вт/м². Минимальны они под рожью (19,5 и 36,3 Вт/м²). Такие же различия сохранялись и в другие сроки наблюдений.

Наиболее интенсивно тепло поступало в почву в июле с 10:00 часов утра до 16:00 часов дня. Но уже в промежуток времени с 16:00 до 19:00 тепловые по-

токи меняли знак, что означало выход тепла из почвы в атмосферу.

Аналогичные закономерности прослеживались и летом 2002 г., когда в начале и конце вегетации в пару значения тепловых потоков были в 2 раза выше, чем под зерновыми культурами.

Можно отметить при этом, что наиболее интенсивно в летнее время почва охлаждалась в период с 19:00 до 1:00 ночи. В более засушливый 2003 г. солнечная инсоляция увеличивала температурные градиенты в почве, результатом чего являлось повышенное поступление тепла в почву, которое на пару за сутки достигало в июне 190,4 Вт/м², а в июле 213,0 Вт/м². Возрастают также потоки и под рожью, но оставались меньше, чем в чистом пару.

Важным интегральным показателем, по нашему мнению, который наиболее полно характеризует температурный режим в почвенном профиле, может быть сумма суточных температур на различной глубине почвенной толщи. При этом температуры измерялись в соответствии с руководством по градиентным наблюдениям, т.е. в 7:00, 10:00, 13:00, 16:00, 19:00, 1:00 и в 7:00 на следующий день.

Результаты таких наблюдений представлены в таблице и на рисунке для двух агрофонов: ржи и пара. В таблице приведена сумма температур в профиле чернозема на конкретной глубине, а на рисунке - сумма температур для метровой почвенной толщи.

В зависимости от климатических условий летнего периода в метровой толще чернозема суточная сумма температур может быть различной (рис.), но в пару она остается на 100-200°C больше, чем под рожью.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что почвенный профиль под чистым паром прогревался лучше. На это указывают интегральные температуры, как в пахотном слое, так и в подстилающих горизонтах почвы. Такая тенденция сохранялась во все годы наблюдения, что подтверждает роль чистого пара как теплоаккумулятора на выщелоченных черноземах Алтайского Приобья.

Суточная сумма температур в профиле чернозема
(числитель – рожь, знаменатель – пар)

h, см	Срок							
	2001 г.		2002 г.			2003 г.		
	3 июля	23 июля	16 июня	15 июля	18 августа	26 июня	16 июля	10 сентября
0	119,8	143,8	77,9	123,8	139,6	150,0	142,9	71,9
	144,4	165,7	82,3	153,7	195,4	185,5	146,9	71,8
5	118,7	139,1	64,0	124,7	128,6	141,1	129,9	44,3
	138,1	160,2	72,7	142,8	178,7	160,4	137,9	46,3
10	117,3	133,4	63,5	120,1	122,8	133,8	129,0	34,5
	130,0	157,8	77,0	137,8	169,1	142,4	129,3	38,6
15	114,5	131,3	62,4	117,5	114,1	132,9	130,5	31,7
	127,8	148,7	65,8	119,6	155,2	138,2	138,4	36,7
20	110,2	127,6	56,3	97,6	112,1	129,5	121,1	28,6
	124,3	148,3	56,5	111,1	131,8	131,9	121,9	32,4
50	111,5	124,4	54,2	84,5	91,4	105,3	99,2	—
	121,0	141,2	58,1	93,1	112,4	—	—	—
100	110,8	120,9	50,9	73,6	82,8	87,4	93,9	—
	120,6	136,3	56,1	79,8	105,8	—	—	—

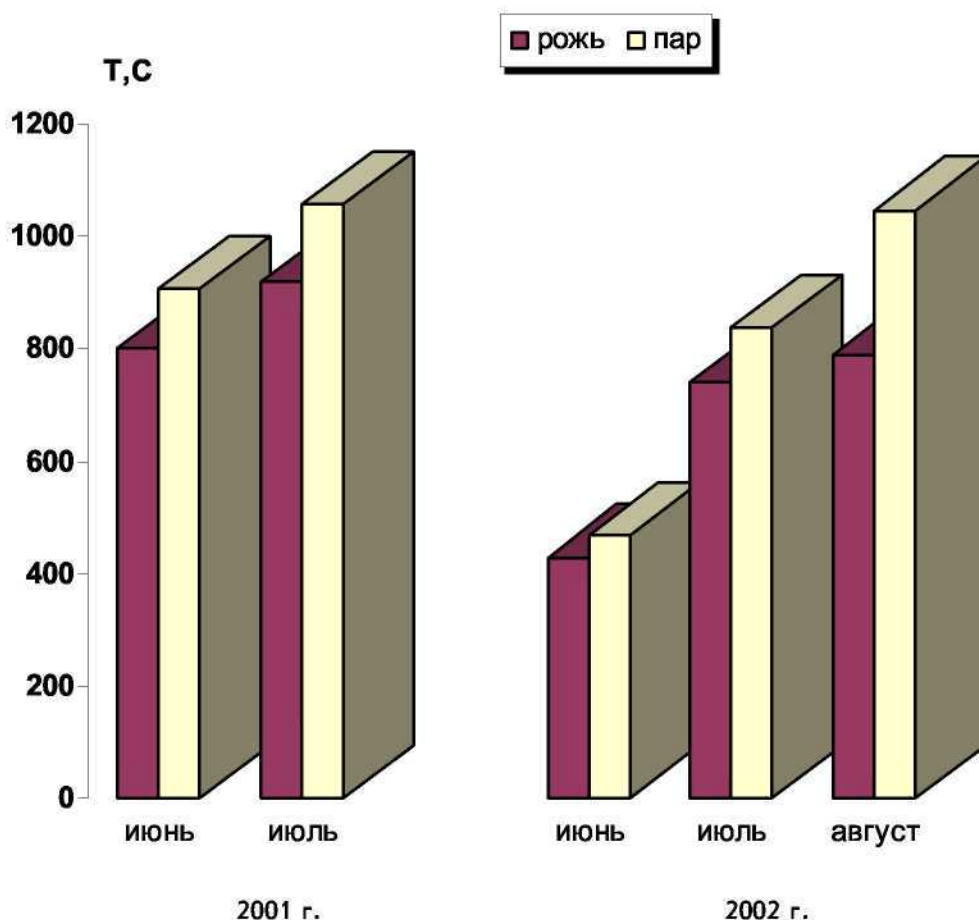


Рис. Сумма температур в слое 0-100 см на различных агрофонах

